



TUGAS AKHIR – RG 141536

**PEMETAAN PERSEBARAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) DENGAN MEMANFAATKAN CITRA SATELIT LANDSAT MULTITEMPORAL DAN DATA *IN SITU***

**(Studi Kasus : Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo)**

LUKI INDESWARI  
NRP 0331 1340000 059

Dosen Pembimbing  
Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc  
Cherie Bhukti Pribadi, S.T.,M.T

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



FINAL ASSIGNMENT – RG 141536

**TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DISTRIBUTION  
MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT  
SATELLITE IMAGES AND IN SITU DATA  
(Case Study : Porong River Estuary, Sidoarjo)**

LUKI INDESWARI  
NRP 0331 1340000 059

Supervisors  
Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc  
Cherie Bhukti Pribadi, S.T.,M.T

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering Environmental and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

**PEMETAAN PERSEBARAN *TOTAL SUSPENDED SOLID*  
(TSS) DENGAN MEMANFAATKAN CITRA SATELIT  
LANDSAT MULTITEMPORAL DAN DATA *IN SITU*  
(Studi Kasus : Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo)**

Nama Mahasiswa : Luki Indeswari  
NRP : 03311340000059  
Jurusan : Teknik Geomatika  
Dosen Pembimbing : Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc  
Cherie Bhekti Pribadi, S.T.,M.T

**ABSTRAK**

Sungai Porong merupakan kawasan pembuangan lumpur Lapindo yang telah terjadi sejak tahun 2006 hingga sekarang. Aliran sungai yang deras menyebabkan terbawanya lumpur Lapindo menuju muara sungai Porong dan pengaliran lumpur telah menimbulkan sedimentasi di muara sungai Porong dan pesisir Timur Sidoarjo. Maka dari itu, pengamatan terhadap sebaran TSS(*Total Suspended Solid*) dibutuhkan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan. Dalam penelitian ini, pengamatan terhadap sebaran TSS dilakukan dengan menggunakan metode penginderaan jauh dengan memanfaatkan Citra Satelit Landsat 7 tahun 2000, dan Landsat 8 tahun 2013, 2014, 2015, 2016, dan 2017, serta data *in situ* berupa sampel air sejumlah 20 titik. Data citra satelit Landsat-8 L1T tahun 2017 diolah menggunakan 5 algoritma TSS yaitu Algoritma Syarif Budiman(2004), Algoritma Parwati(2006), Algoritma Guzman & Santaella(2009), Algoritma Nurahida Laili (2015), dan Algoritma Jaelani (2016). Dari hasil pengolahan data Citra Satelit Landsat-8 L1T tahun 2017 didapatkan hasil algoritma yang memiliki nilai absolut error terkecil adalah Algoritma Budhiman (2004), dengan hasil *Normalized Mean Absolute Error (NMAE)* sebesar 19,53%, nilai

tersebut membuktikan bahwa nilai TSS Algoritma Budhiman (2004) adalah algoritma yang paling sesuai dengan perairan Muara Sungai Porong, sehingga algoritma tersebut dipilih untuk kemudian diterapkan pada citra Landsat-7 L1T tahun 2000, dan Landsat-8 L1T tahun 2013, 2014, 2015, 2016. Dari penerapan citra Landsat multitemporal didapatkan hasil konsentrasi TSS di Perairan Muara Sungai Porong yang terendah pada tahun 2015 yaitu 10,22 mg/L hingga 60,08 mg/L, dan tertinggi pada tahun 2013 dengan nilai TSS berkisar antara 11,52 mg/L hingga 92,16 mg/L, dan tahun 2014 yaitu berkisar antara 10,28 mg/L hingga 81,17 mg/L. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, standar kualitas air laut untuk parameter TSS adalah 80 mg / L yang berarti pada tahun 2013, dan pada tahun 2014 perairan di muara Sungai Porong dapat dikatakan tidak baik karena melebihi standar kualitas baku yang telah ditentukan.

***Kata Kunci— TSS, Algoritma TSS, Perairan Muara Sungai Porong, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2017.***

**TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DISTRIBUTION  
MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT  
SATELLITE IMAGES AND IN SITU DATA  
(Case Study : Porong River Estuary, Sidoarjo)**

Name : Luki Indeswari  
NRP : 03311340000059  
Department : Geomatics Engineering  
Supervisor : Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc  
Cherie Bhkti Pribadi, S.T.,M.T

**ABSTRACT**

*Porong River is Lapindo mud disposal area that has occurred since 2006 until present. Rapid river flow caused Lapindo mudflow to the Porong River Estuary and the drainage of mud has caused sedimentation there and the eastern coast of Sidoarjo. Therefore, an observation of the Total Suspended Solid (TSS) distribution is needed to know the water quality in the Porong River Estuary. In this research, the observation of TSS distribution is done by using remote sensing method by utilizing Landsat-7 Satellite Imagery in 2000, and Landsat-8 Satellite Imagery in 2013, 2014, 2015, 2016, and 2017, along with in situ data in the form of 20 water samples. Landsat-8 Satellite Image data in 2017 is processed using 4 TSS algorithms namely Syarif Budhiman Algorithm (2004), Parwati Algorithm (2006), Guzman & Santaella Algorithm (2009), Nurahida Laili Algorithm (2015), and Jaelani Algorithm (2016). From the result of validation test between Landsat-8 Image Data Processing in year 2017 using 4 TSS algorithms and in situ data, the algorithm that has the lowest absolute error is Budhiman Algorithm (2004) with Normalized Mean Absolute Error (NMAE) equals to 19.53%, the value indicates that the TSS concentration of Budhiman Algorithm (2004) is the most appropriate for Porong River Estuary, Sidoarjo. The algorithm is then applied to all the*

*year that is used for Landsat-7 in 2000, and Landsat-8 in 2013, 2014, 2015, 2016, and 2017. From the implementation of Landsat Multitemporal Image, the result of TSS concentration in the Porong River in 2015 has the lowest concentration that ranged from 10.22 mg/L to 60.08 mg/L, and the highest in 2013 with TSS value is about 11.52 mg/L to 92.16 mg/L, and in 2014 from 10.28 mg/L to 81.17 mg/L. According to the Minister of Environment Decree No. 51 in 2004 on Marine Water Quality Standard for Marine Biota, sea water quality standard for TSS parameters is 80 mg / L which means in the year 2013, and 2014 the water area at the estuary of the Porong river is not good because it exceeds the standard quality standard that has been determined.*

***Keyword : TSS, TSS Algorithm, Porong River Estuary Waters, the Decree of the State Minister of Environment Number 51 of 2014.***



## LEMBAR PENGESAHAN

**PEMETAAN PERSEBARAN *TOTAL SUSPENDED SOLID*  
(TSS) DENGAN MEMANFAATKAN CITRA SATELIT  
LANDSAT MULTITEMPORAL DAN DATA INSITU  
(Studi Kasus : Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo)**

### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**LUKI INDESWARI**

NRP. 03311340000059

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc

NIP. 19590819 198502 1 001

  
.....Pembimbing I

Cherie Bhakti Pribadi, S.T, M.T

NIP. 19910111 201504 2 001

  
.....Pembimbing II



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir yang berjudul **“Pemetaan Persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) dengan Memanfaatkan Citra Satelit Landsat Multitemporal Dan Data In Situ (Studi Kasus : Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo)”** dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir penulis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Hendro Juwono dan Ibu Kartini, kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan restu kelancaran pada penelitian ini.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc, selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Ibu Cherie Bhekti Pribadi, S.T.,M.T, selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini
5. Ibu Ira Mutiara Anjasmara, ST, M.Phil, Ph.D selaku dosen wali penulis. Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah Ibu berikan.
6. Teman-teman angkatan 2013 selaku teman seangkatan penulis yang telah memberi dukungan dan doa.
7. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis.

Karena tanpa bantuan dari pihak-pihak tersebut, penulis tidak dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis merasa masih banyak kekurangan-kekurangan baik pada teknis penulisan maupun sumber materi yang didapat. Maka dari itu penulis memohon maaf jika masih ada kesalahan yang terdapat pada proposal ini, selain itu penulis mengharapkan adanya saran atau kritik demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir yang telah dibuat.

Surabaya, 25 Desember 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vii
HALAMAN PENGESAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Perairan Porong Sidoarjo.....	5
2.2 Penginderaan Jauh .....	7
2.3 Total Suspended Solid (TSS) .....	8
2.4 Citra Satelit Landsat .....	9
2.4.1 Landsat 7 .....	12
2.4.2 Citra Landsat 8 .....	14
2.5 Pengolahan Data Citra .....	17
2.5.1 Koreksi Radiometrik .....	17
2.5.2 Koreksi Atmosfer .....	20
2.6 Perhitungan Algoritma TSS.....	20
2.7 Pengujian Data In Situ TSS .....	22
2.8 Analisa Korelasi Regresi Linier Sederhana .....	23
2.9 Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Laut.....	24
2.10 Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III .....	31

METODOLOGI .....	31
3.1 Lokasi Penelitian .....	31
3.2 Data dan Peralatan .....	32
3.2.1 Data .....	32
3.2.2 Alat dan Bahan .....	32
3.3 Metodologi Pekerjaan.....	34
3.3.1 Tahapan Penelitian .....	34
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data .....	35
BAB IV .....	41
HASIL DAN ANALISA .....	41
4.1 Data .....	41
4.1.1 Citra Satelit Landsat 7 dan 8.....	41
4.1.2 Data <i>In Situ</i> .....	41
4.2 Pemotongan Citra ( <i>Cropping</i> ) .....	43
4.4 Koreksi Radiometrik .....	45
4.4.1 Kalibrasi Radiometrik.....	45
4.4.2 Koreksi Atmosferik .....	47
4.5 Pemisahan Daratan dan Lautan ( <i>Masking</i> ) .....	49
4.6 Perhitungan Nilai TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	51
4.7 Uji Korelasi dan Uji Validasi .....	52
4.9 Analisa Perbandingan Nilai TSS Citra Landsat-8 Tahun 2017 dengan TSS Lapangan.....	62
4.10 Nilai TSS Hasil Pengolahan Citra Satelit Landsat 7 dan 8 Multitemporal .....	63
4.11 Analisa Konsentrasi TSS Perairan Muara Sungai Porong Tahun 2000, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 .....	66
4.11 Evaluasi Nilai Hasil TSS Terhadap Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 .....	71
BAB V .....	73
KESIMPULAN DAN SARAN .....	73
5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran .....	74
DAFTAR PUSTAKA .....	75
LAMPIRAN.....	79

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Pembuangan Lumpur Lapindo ke Sungai Porong ..	7
<b>Gambar 3. 1</b>	Lokasi Penelitian dan Sebaran Titik Sampel.....	31
<b>Gambar 3. 2</b>	Diagram Alir Penelitian.....	34
<b>Gambar 3. 3</b>	Diagram Alir Pengolahan Data.....	37
<b>Gambar 4. 1</b>	Sebaran Titik Sampel di Perairan Muara Sungai Porong.....	42
<b>Gambar 4. 2</b>	Citra Landsat-8 L1T Muara Sungai Porong Sidoarjo Jawa Timur .....	44
<b>Gambar 4. 3</b>	Citra Landsat-8 Perairan Muara Sungai Porong ...	44
<b>Gambar 4. 4</b>	Citra Landsat-8 L1T Dalam Format DN .....	45
<b>Gambar 4. 5</b>	Statistik Citra Landsat-8 L1T Format DN .....	46
<b>Gambar 4. 6</b>	Citra Landsat-8 L1T Dalam Format Radian .....	46
<b>Gambar 4. 7</b>	Statistik Citra Landsat-8 L1T Format Radian.....	47
<b>Gambar 4. 8</b>	Hasil Masking Pada Citra Landsat-8 L1T .....	50
<b>Gambar 4. 9</b>	Akurasi Nilai Estimasi TSS Budhiman .....	59
<b>Gambar 4. 10</b>	Akurasi Nilai Estimasi TSS Parwati.....	59
<b>Gambar 4. 11</b>	Akurasi Nilai Estimasi TSS Guzman & Santaella .....	60
<b>Gambar 4. 12</b>	Akurasi Nilai Estimasi TSS Nurahida .....	61
<b>Gambar 4. 13</b>	Akurasi Nilai Estimasi TSS Jaelani .....	61
<b>Gambar 4. 14</b>	Grafik Nilai TSS Multitemporal Perairan Muara Sungai Porong .....	65
<b>Gambar 4. 15</b>	Peta Sebaran TSS Tahun 2000 .....	66
<b>Gambar 4. 16</b>	Peta Sebaran TSS Tahun 2013 .....	67
<b>Gambar 4. 17</b>	Peta Sebaran TSS Tahun 2014 .....	67
<b>Gambar 4. 18</b>	Peta Sebaran TSS Tahun 2015 .....	68
<b>Gambar 4. 19</b>	Peta Sebaran TSS Tahun 2016 .....	68
<b>Gambar 4. 20</b>	Peta Sebaran TSS Tahun 2017 .....	69

**Gambar 4. 21** Pasang Surut Saat Pengambilan Citra  
Multitemporal..... 70



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b>	Karakteristik Satelit Landsat 7 .....	12
<b>Tabel 2. 2</b>	Parameter – parameter Orbit Satelit Landsat 8.....	14
<b>Tabel 2. 3</b>	Spesifikasi Kanal Citra Landsat 8 .....	15
<b>Tabel 2. 4</b>	Algoritma TSS .....	21
<b>Tabel 2. 5</b>	Interpretasi Koefisien Korelasi .....	24
<b>Tabel 2. 6</b>	Parameter Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut .....	25
<b>Tabel 4. 1</b>	Tanggal Akuisisi Citra Landsat-7 dan Landsat-8 .....	41
<b>Tabel 4. 2</b>	Lokasi Sebaran Titik Sampel dan Nilai TSS .....	42
<b>Tabel 4. 3</b>	Kondisi dan Parameter Koreksi Atmosferik 6SV .....	48
<b>Tabel 4. 4</b>	Tabel Parameter Hasil Koreksi Atmosferik Citra Landsat-8 L1T Tahun 2017 .....	49
<b>Tabel 4. 5</b>	Nilai TSS Hasil Pengolahan Citra Landsat-8 Tahun 2017 .....	51
<b>Tabel 4. 6</b>	Hasil Regresi dan Korelasi Algoritma TSS .....	53
<b>Tabel 4. 7</b>	Tinggi Pasang Surut Saat Pengambilan Citra .....	70

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Form Pengambilan Samper Air TSS

Lampiran 2. Hasil Uji Laboratorium Data Analisa Total Suspended  
Solid

Lampiran 3. Metadata Citra Satelit Landsat-7 dan Landsat-8

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air mendefinisikan pencemaran air sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran air, khususnya air laut, di antaranya dapat berasal dari limbah industri, limbah pertambangan, limbah pertanian dan perumahan, kebisingan, atau penyebaran organisme asing ke dalam laut yang berpotensi memberi efek buruk terhadap kestabilan ekosistem perairan tersebut. Kondisi ini dapat menyebabkan terganggunya kelangsungan hidup biota-biota yang ada disekitarnya, seperti pada perikanan, ekosistem pesisir, dan laut (mangrove, padanglamun, terumbu karang), yang berdampak lebih luas terhadap penurunan pendapatan masyarakat pesisir yang menggantungkan hidupnya pada produktivitas hayati di wilayah pesisir dan pantai (Saeni, 2008).

Sungai Porong merupakan kawasan pembuangan lumpur Lapindo yang telah terjadi sejak tahun 2006 hingga sekarang. Aliran sungai yang deras menyebabkan terbawanya lumpur Lapindo menuju muara sungai Porong dan pengaliran lumpur telah menimbulkan sedimentasi di muara Porong dan pesisir Timur Sidoarjo (Sari et al, 2013). Dalam kasus ini pencemaran air laut yang terjadi pada Sungai Porong bukan hanya dari faktor-faktor pencemaran air laut yang telah disebutkan, namun juga dari pembuangan lumpur Lapindo yang langsung mengarah ke laut.

*Total Suspended Solid (TSS)* adalah padatan tersuspensi total (diameter > 1  $\mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0.45 m (Effendi, 2000). TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik yang sebagian besar disebabkan oleh adanya pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Pengamatan terhadap sebaran TSS sering dilakukan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSS yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya kedalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dari biota air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi nilai TSS yang ada pada kawasan muara sungai Porong Sidoarjo dengan memanfaatkan citra satelit Landsat-7 pada tahun 2000, dan Landsat-8 tahun 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, serta data in situ. Citra Landsat 7 tahun 2000 digunakan untuk mengetahui keadaan konsentrasi TSS pada perairan muara sungai Porong sebelum bencana lumpur Lapindo terjadi, karena pada landsat 7 terjadi kerusakan pengambilan gambar di tahun 2003, oleh karena itu data yang digunakan adalah landsat 7 tahun 2000 yang memiliki kualitas gambar citra paling baik. Landsat 8 diluncurkan pada tahun 2013, maka dari itu data yang digunakan adalah landsat 8 untuk mengetahui konsentrasi TSS setelah terjadinya bencana lumpur Lapindo hingga saat ini. Selain itu, melakukan evaluasi dari hasil sebaran nilai TSS tersebut terhadap Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk mengetahui apakah perairan tersebut masih tergolong perairan yang baik atau tercemar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu :

- a. Bagaimana pembuatan peta persebaran TSS di daerah muara sungai Porong dengan memanfaatkan citra satelit dan data *in situ*?
- b. Bagaimana nilai persebaran TSS daerah muara sungai Porong berdasarkan hasil pengolahan dari citra satelit dan data *in situ*?
- c. Bagaimana evaluasi hasil nilai TSS masing-masing citra terhadap Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

- a. Wilayah penelitian meliputi muara sungai Porong Kabupaten Sidoarjo
- b. Data yang digunakan adalah Citra Landsat-7 Tahun 2000, dan Landsat-8 Tahun 2013 – 2017, dan data sampel air yang diambil langsung dari perairan muara sungai Porong
- c. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa algoritma model TSS yang sudah ada dan pengolahan data *in situ* menggunakan metode gravimetri
- d. Hasil yang didapat pada akhir penelitian adalah peta kondisi nilai persebaran TSS pada muara sungai Porong.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Membuat peta persebaran TSS dengan menggunakan algoritma TSS yang ada di perairan muara sungai Porong, serta menganalisa hasil TSS dari data citra satelit landsat dengan data *in situ*
- b. Mendapatkan nilai persebaran TSS perairan muara sungai Porong

- c. Melakukan evaluasi hasil sebaran nilai TSS masing-masing citra satelit landsat multitemporal terhadap nilai baku mutu air laut yang sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Perairan Porong Sidoarjo

Sungai Porong yang terletak di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur merupakan kawasan pembuangan lumpur Lapindo yang telah terjadi sejak tahun 2006 hingga sekarang. Perkiraan volume semburan lumpur Lapindo Sidoarjo antara 50.000 – 120.000 m<sup>3</sup>/hari, sehingga air yang terpisah dari endapan lumpur berkisar antara 35.000 – 84.000 m<sup>3</sup>/hari ( Buku Putih LUSI, KLH, 2006). Sekitar November 2006 lumpur Porong mulai dibuang dari Kali Porong melalui *outlet* sekitar 20 km dari hulu sungai, dengan harapan debit air Sungai Porong dapat mengalirkan buangan lumpur Sidoarjo ke Selat Madura (BAPEL-BPLS, 2011 dalam Angreini, dkk. 2014).

Aliran sungai yang deras menyebabkan terbawanya lumpur Lapindo menuju muara sungai Porong dan pengaliran lumpur telah menimbulkan sedimentasi di muara Porong dan pesisir Timur Sidoarjo (Sari et al, 2013). Wibowo (2011) menyebutkan bahwa saat ini Sungai Porong dimanfaatkan untuk mengalirkan lumpur Lapindo menuju Delta Sungai Porong di Selat Madura. Akibat pembuangan lumpur lapindo melalui Sungai Porong, terjadi transpor sedimen yang besar menuju Estuari Porong. Pengaliran lumpur lapindo ke Selat Madura telah menimbulkan sedimentasi di Estuari porong dan Pesisir Timur Sidoarjo yang berdampak pada habitat dari makrozoobentos karena lumpur lapindo mengandung bahan-bahan yang berbahaya antara lain logam berat (Pahlevi, et al., 2010). Semburan Lumpur Sidoarjo kini telah mengakibatkan terjadinya penurunan kuantitas air tanah, yang ditunjukkan oleh adanya penurunan muka air tanah tertekan yang cukup signifikan di daerah Sidoarjo dan sekitarnya apabila dibandingkan dengan sebelum terjadinya semburan lumpur.

Muka air tanah tertekan di daerah Sidoarjo dan sekitarnya yang diukur melalui sumurbor produksi dan sumur pantau menunjukkan adanya penurunan antara 0,15 – 11,18 m setelah terjadinya semburan Lumpur (IAGI, 2013).

Selain karena terhambatnya aliran sungai yang mengalir ke Muara Sungai Porong, penyebab lain terjadinya proses sedimentasi di Muara Sungai Porong adalah proses pasang surut air laut serta perbedaan densitas air laut dan air sungai. Dinamika arus dan gelombang serta geometri daerah muara sungai ini yang sering menimbulkan proses sedimentasi yang lebih cepat dan besar sehingga mempengaruhi perubahan morfologi di daerah Muara Sungai Porong, hal tersebut menyebabkan perubahan delta di Muara Sungai Porong pada tahun 2013 hingga 2016 mengalami penambahan luas sebesar 59.400 m<sup>2</sup> dengan luas area delta semula pada tahun 2013 sebesar 867.600 m<sup>2</sup> menjadi 998.550 m<sup>2</sup> pada tahun 2014 kemudian pada tahun 2015 menjadi 1.029.600 m<sup>2</sup> dan tahun 2016 yaitu 927.000 m<sup>2</sup> (Permatasari, 2017).

Berdasarkan Laporan “Environmental assesment” oleh UNDAC Tahun 2006 di daerah sekitar luapan lumpur Sidoarjo, disebutkan bahwa kandungan pelepasan lumpur ke perairan akan menyebabkan kematian hewan air dan akibat yang serius bagi manusia yang bergantung pada perairan tersebut.



**Gambar 2. 1** Pembuangan Lumpur Lapindo ke Sungai Porong  
(Sumber : Berita Sidoarjo, 2011)

## 2.2 Penginderaan Jauh

Lillesand dan Kiefer (1997) menyebutkan penginderaan jauh adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala, dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang akan dikaji. Sedangkan Meurah (2010), mengatakan bahwa penginderaan jauh merupakan upaya memperoleh informasi tentang objek dengan menggunakan alat yang disebut “sensor” (alat peraba), tanpa kontak langsung dengan objek.

Dengan kata lain, dapat dinyatakan bahwa penginderaan jauh merupakan upaya untuk memperoleh data dari jarak jauh dengan menggunakan peralatan tertentu. Data yang diperoleh itu kemudian dianalisis dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Data yang diperoleh dari penginderaan jauh dapat berbentuk hasil dari variasi daya, gelombang, bunyi atau energi elektromagnetik. Sebagai contoh, gravimeter memperoleh data dari variasi daya tarik bumi (gravitasi), sonar pada sistem navigasi memperoleh data dari gelombang bunyi, dan mata manusia memperoleh data dari energi elektromagnetik. Sensor yang terdapat pada citra memperoleh data pada seluruh fitur permukaan bumi dan merefleksikan

energi elektromagnetik, dan data ini dianalisa untuk memberikan informasi tentang sumber yang diselidiki.

Ada beberapa jenis resolusi yang umum diketahui dalam penginderaan jauh yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi temporal, dan resolusi radiometrik, (Danoedoro, 1996):

a. Resolusi spasial

Ukuran objek terkecil yang mampu direkam, dibedakan dan disajikan pada citra. Resolusi spasial menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Semakin detail sebuah studi semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan.

b. Resolusi spektral

Daya pisah objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk merekam data. Resolusi spektral menunjukkan lebar kisaran dari masing-masing band spektral yang diukur oleh sensor. Semakin banyak jumlah saluran atau kanal-kanalnya semakin tinggi kemampuannya dalam mengenali objek.

c. Resolusi temporal

Menunjukkan waktu antar pengukuran, atau dalam kata lain kemampuan suatu sistem untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari.

d. Resolusi radiometrik

Kemampuan sensor dalam mencatat respon spektral objek atau kemampuan sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil.

### 2.3 Total Suspended Solid (TSS)

*Total Suspended Solid* (TSS) atau padatan tersuspensi total adalah padatan atau bahan-bahan yang tersuspensi dengan diameter  $> 1 \mu\text{m}$  yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen misalnya tanah liat, bahan-bahan

organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, jasad-jasad renik, lumpur, pasir halus dan sebagainya yang disebabkan oleh kikisan tanah yang terbawa ke badan air. Air buangan industri mengandung jumlah padatan tersuspensi dalam jumlah yang sangat bervariasi tergantung dari jenis industrinya. Air buangan industri-industri makanan, terutama industri fermentasi dan industri tekstil sering mengandung padatan tersuspensi dalam jumlah relatif tinggi (Effendi, 2003).

TSS merupakan material yang halus di dalam air yang mengandung lanau, bahan organik, mikroorganisme, limbah industri dan limbah rumah tangga yang dapat diketahui beratnya setelah disaring dengan kertas filter ukuran 0.042 mm. Nilai konsentrasi TSS yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesa dan penambahan panas di permukaan air sehingga oksigen yang dilepaskan tumbuhan air menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan, dan hewan laut lainnya mati (Murphy, 2007 dalam Helfinalis, 2008).

Kekeruhan dapat mempengaruhi kualitas perairan dan berdampak pada jumlah padatan tersuspensi. Nilai padatan tersuspensi sebanding dengan nilai kekeruhan apabila keduanya memiliki nilai yang tergolong tinggi. Hal ini dapat dikatakan bahwa padatan tersuspensi berkorelasi positif terhadap kekeruhan, semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka nilai kekeruhan semakin tinggi pula (Effendi, 2003). Selain itu, penurunan kejernihan air yang disebabkan oleh TSS dapat mempengaruhi kemampuan ikan untuk melihat dan menangkap makanan. Terlebih lagi, sedimen juga dapat menyumbat insang ikan, mengurangi tingkat pertumbuhan, menurunkan resistensi terhadap penyakit, dan mencegah telur, dan perkembangan larva (Mitchell, dan Stapp, 1992).

## 2.4 Citra Satelit Landsat

Teknologi penginderaan jauh satelit dipelopori oleh NASA Amerika Serikat dengan diluncurkannya satelit sumberdaya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (*Earth*

*Resources Technology Satellite*) pada tanggal 23 Juli 1972, menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit ini membawa sensor RBV (*Restore Beam Vidcin*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan dengan seri-seri berikutnya, yaitu Landsat 3, 4, 5, 6 dan terakhir adalah Landsat 7 yang diorbitkan bulan Maret 1998, merupakan bentuk baru dari Landsat 6 yang gagal mengorbit.

*Landsat Collection Tiers* adalah struktur persediaan untuk produk data Level-1 yang didasarkan pada kualitas data dan tingkat pemrosesan. Tujuan definisi tier adalah untuk mendukung identifikasi yang lebih mudah pada citra yang sesuai untuk analisis tingkat piksel seri waktu, dan memberikan data sementara yang akan segera diproses secepatnya sewaktu *downlink* dengan kalibrasi terbatas.

a. Tier 1 (T1)

Citra Landsat dengan kualitas data tertinggi tersedia di Tier 1 dan dianggap sesuai untuk analisis seri waktu. Tingkat 1 mencakup data koreksi *Level-1 Precision and Terrain* (L1TP) yang dikoreksi radiometrik dengan baik dan saling dikalibrasi antara instrumen Landsat yang berbeda. Georegistrasi Landsat Tier 1 konsisten dan masih dalam toleransi *image-to-image* yang ditentukan dari *Root Mean Square Error*(RMSE)  $\leq 12$  meter persegi.

b. Tier 2 (T2)

Citra Landsat yang tidak memenuhi kriteria pada tahap pemrosesan dimasukkan dalam Tier 2. Data terproses seperti *Systematic Terrain* (L1GT) dan *Systematic* (L1GS) masuk pada tingkat citra T2, begitu pula citra L1TP yang tidak memenuhi kriteria spesifikasi pada Tier 1 yang disebabkan oleh tutupan awan yang signifikan, *ground control* yang tidak memadai, dan faktor lainnya. Pengguna yang menggunakan Tier 2 biasanya untuk

menganalisis RMSE dan parameter lain yang sesuai dengan kebutuhannya.

c. *Real-Time* (RT)

Data citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI/TIRS yang baru direkam diproses pada saat *downlink* dengan menggunakan prediksi ephemeris, parameter mode bumper awal, atau parameter *line-of-sight* TIRS. Data ditempatkan di tingkat *Real-Time* dan tersedia untuk diunduh langsung. Setelah data diolah dengan ephemeris definitif, parameter mode bumper yang diperbarui dan parameter TIRS yang disempurnakan, produk dipindahkan ke Tier 1 atau Tier 2 dan dikeluarkan dari level *Real-Time*. Keterlambatan transisi dari *Real-Time* ke Tier 1 atau Tier 2 adalah antara 14 dan 26 hari.

Tabel di bawah ini menunjukkan desain tingkat pemrosesan data proses *Level 1 Collection 1* dan *Pre-Collection*

**Tabel 2. 1** Tingkat Pemrosesan Data Landsat Level-1

Level Pemrosesan Landsat Level-1		
Pre-Collection	Collection 1	Description
L1T	L1TP	Terkalibrasi radiometrik dan terorthorektifikasi menggunakan data <i>ground control points</i> (GCP) dan <i>digital elevation model</i> (DEM) untuk mengkoreksi pergeseran <i>relief</i> . Level ini adalah produk Level-1 dengan kualitas tertinggi yang sesuai untuk analisis tingkat piksel seri waktu
L1GT	L1GT	Terkalibrasi radiometrik dan terkoreksi geometrik

		sistematis menggunakan data ephemeris satelit dan data DEM untuk mengkoreksi pergeseran <i>relief</i>
L1G	L1G	Terkalibrasi radiometrik dan terkoreksi geomteric secara sistematis dengan hanya menggunakan data ephemeris satelit

(Sumber : *landsat.usgs.gov*)

#### 2.4.1 Landsat 7

Citra satelit Landsat-7 ETM adalah satelit bumi dengan membawa instrumen ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) yang menyajikan delapan saluran multispektral scanning radiometer. Diluncurkan pada bulan April 1999 dengan membawa ETM+scanner, dan berada di ketinggian 705 km dari ekuator dengan area *scan* seluas 170 km x 183 km.

Resolusi radiometrik citra Landsat ETM 8 bit atau 256 nilai digital (0-255). Resolusi spasial citra Landsat ETM adalah 30 meter (saluran 1-5 dan 7), data termal mempunyai resolusi spasial sebesar 60 meter (saluran 6), dan data pankromatik (saluran 8) dengan resolusi spasial 15 meter. Pemanfaatan citra seperti pengelolaan lahan dan air, penelitian global, eksplorasi minyak dan mineral, prediksi produksi pertanian, pantauan polusi, deteksi perubahan permukaan lahan, serta pemetaan.

**Tabel 2. 2** Karakteristik Satelit Landsat 7

Karakteristik	Keterangan
Orbit/lintasan orbit	Sinkron matahari
Ketinggian	705 km (438 miles) di atas ekuator
Lama lintasan	99 menit



Karakteristik	Keterangan
Sensor/saluran spektral (band/ $\mu\text{m}$ )	ETM+ Band 1 : 0,45 – 0,52 Band 2 : 0,52 – 0,61 Band 3 : 0,63 – 0,69 Band 4 : 0,78 – 0,90 Band 5 : 1,55 – 1,75 Band 6 : 10,4 – 12,5 (Termal) Band 7 : 2,08 – 2,35 Band 8 : 0,52 – 0,90 (Pankromatik)
Resolusi spasial	30 m (band 1-5 dan 7: multispektral); 15 m (band 8: pankromatik); dan 60 m (band 6: termal)
Pengambilan rekaman pada area yang sama	16 hari

(Sumber: Prahasta, 2009)

Citra Landsat-7 ETM Level-2, data *surface reflectance* dihasilkan dari *Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System* (LEDAPS), sebuah perangkat lunak khusus yang dikembangkan melalui *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) *Making Earth System Data Records for Use in Research Environments* (MEaSUREs) oleh NASA *Goddard Space Flight Center* (GSFC) dan Universitas Maryland (Masek et al., 2006). Perangkat lunak ini menerapkan rutinitas koreksi atmosferik Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) pada produk data Level-1. Uap air, ozon, tinggi geopotensial, ketebalan optik aerosol, dan elevasi digital dimasukkan dengan data Landsat ke *Second Simulation of Satellite Signal in the Solar Spectrum* (6S) untuk

menghasilkan reflektansi atas atmosfer (*Top of Atmosphere* atau TOA), *surface reflectance* , suhu kecerahan TOA, dan *masks* untuk awan, bayangan awan, awan yang berdekatan, tanah, dan air.

#### 2.4.2 Citra Landsat 8

Citra satelit Landsat 8 diluncurkan oleh NASA pada tanggal 11 Februari 2013. Satelit Landsat 8 memiliki tinggi terbang dan luas area perekaman yang sama seperti Landsat 7, serta melakukan perekaman pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi, dari 15 meter hingga 100 meter dengan jumlah kanal sebanyak 11. Landsat 8 merupakan salah satu jenis satelit penginderaan jauh yang dikhususkan untuk tujuan pengelolaan sumber daya di bumi.

**Tabel 2. 3** Parameter – parameter Orbit Satelit Landsat 8

Parameter Orbit Satelit Landsat 8	
Jenis Orbit	Mendekati      Lingkaran Sinkron Matahari
Tinggi Terbang	705 km
Inklinasi	8,2°
Waktu rekam ulang ( resolusi temporal )	16 hari
Waktu melintasi khatulistiwa ( <i>Local Time Descending Node – LTDN</i> ) nominal	Pukul 10.00 hingga 10.15 pagi

(Sumber: USGS, 2013)

Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1 -9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sensor pencitra OLI mempunyai

1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Sedangkan sensor TIRS mempunyai dua band *thermal* yang akan memberikan suhu permukaan lebih akurat (USGS, 2013). Dibandingkan dengan landsat versi sebelumnya, Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya spesifikasi band-band yang dimiliki maupun panjang gelombang elektromagnetik yang dimiliki. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue* (*RGB*). Dengan makin banyaknya band sebagai penyusun RGB komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi (USGS, 2013).

**Tabel 2. 4** Spesifikasi Kanal Citra Landsat-8

No Band	Kanal	UM ( <i>Wave Length</i> )	Penggunaan Data	Resolusi Spasial
1	<i>Coastal Aerosol</i>	0,43 – 0,45	Zona pesisir / <i>aerosol</i>	30
2	Biru	0,45 – 0,51	Pemetaan batimetri, membedakan tanah dengan vegetasi	30
3	Hijau	0,53 – 0,59	Vegetasi untuk menilai tumbuh tanaman	30
4	Merah	0,64 – 0,67	Vegetasi / pesisir	30
5	<i>Near Infrared</i> (NIR)	0,85 – 0,88	<i>Foliage</i>	30

No Band	Kanal	UM ( Wave Length )	Penggunaan Data	Resolusi Spasial
6	<i>Shortwave Infrared (SWIR) 1</i>	1,57 – 1,65	Membedakan kadar air tanah dan vegetasi, menembus awan tipis	30
7	<i>Shortwave Infrared (SWIR) 2</i>	2,11 – 2,29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi, penetrasi awan sedikit	30
8	<i>Panchromatic</i>	0,50 – 0,68	Penajaman citra	15
9	<i>Cirrus</i>	1,36 – 1,38	Mendeteksi peningkatan awan <i>cirrus</i>	30
10	<i>Thermal Infrared (TIRS) 1</i>	10,60-11,19	Perkiraan pemetaan panas dan kelembaban tanah	100
11	<i>Thermal Infrared (TIRS) 1</i>	11,50-12,51	Peningkatan pemetaan panas dan kelembaban tanah	100

(Sumber: USGS,2013)

Citra Landsat 8 Level-2 data *Surface Reflectance* dihasilkan dari *Landsat Surface Reflectance Code (LaSRC)*, yang menggunakan band aerosol pesisir untuk melakukan uji inversi aerosol, menggunakan data iklim tambahan dari MODIS dan menggunakan model transfer radiasi yang unik. *Hardcodes* LaSRC sudut pandang zenith ke "0", dan sudut zenith matahari,

serta sudut pandang zenith digunakan untuk perhitungan sebagai bagian dari koreksi atmosfer.

## 2.5 Pengolahan Data Citra

### 2.5.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi Radiometrik merupakan proses untuk memperbaiki kualitas visual citra, dalam hal memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Koreksi yang bertumpu pada informasi dalam citra antara lain : Koreksi histogram, penyesuaian regresi, koreksi berbasis diagram pancar, kalibrasi bayangan dan kenampakan gelap. Menurut Mather (2004), koreksi yang bertumpu pada data di luar citra, dipengaruhi oleh lima faktor, yakni : pantulan atau reflektansi objek, bentuk dan besaran interaksi atmosfer, kemiringan dan arah hadap lereng, sudut pandang sensor, dan sudut ketinggian matahari.

Citra satelit pada umumnya memiliki nilai *Digital Number* (DN) asli yang belum diproses berdasarkan nilai spektral radian sesungguhnya yang berdampak pada hasil informasi yang kurang akurat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai sudut perekaman, lokasi matahari, kondisi cuaca dan faktor pengaruh lainnya. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi radiometrik untuk memperbaiki nilai piksel dengan cara mengkonversi nilai DN menjadi nilai unit spektral reflektan (*reflectance*). Menurut Kustiyo, et al, (2014), proses koreksi radiometrik dikelompokkan menjadi 3 kelompok utama, yaitu :

- a. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor (koreksi radiometrik sistematis)
- b. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal (*reflectance*)
- c. Koreksi atmosfer

Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor sering disebut sebagai koreksi radiometrik

sistematik. Pada umumnya produk standar data citra optik resolusi menengah sudah dilakukan koreksi radiometrik sistematik. Namun informasi dari hasil koreksi sistematik belum sesuai dengan kondisi objek sesungguhnya dikarenakan pada saat radiasi elektromagnetik direkam oleh sensor satelit, radiasi elektromagnetik telah melewati atas atmosfer dan atmosfer bumi sebanyak dua kali, yaitu pada saat sinar matahari mengenai objek dan pada saat objek merefleksikannya ke sensor. Pada proses ini telah terjadi absorpsi dan penghamburan radiasi yang arahnya dapat berubah. Dampak dari proses ini adalah adanya *haziness effect* yang mengurangi kontras citra dan *adjacency effect* yang mana nilai radian direkam berdasarkan dari penggabungan dari nilai hamburan piksel yang terdekat. Untuk mengurangi efek tersebut, maka perlu untuk dilakukan koreksi akibat kesalahan faktor eksternal dan koreksi atmosfer. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal adalah koreksi radiometrik yang disebabkan oleh perbedaan posisi matahari, sudut perekaman, dan topografi wilayah. Sedangkan proses koreksi radiometrik karena faktor eksternal atmosfer meliputi koreksi atmosfer atas (*Top of Atmosphere*), BRDF (*Bidirectional Reflectance Distribution Function*), dan *Slope Correction*. Hasil dari koreksi radiometri karena faktor eksternal biasanya berupa nilai *reflectance* objek yang merupakan rasio dari radian terhadap irradian.

Koreksi radiometrik *Top of Atmosphere* (TOA) adalah koreksi pada citra yang dilakukan untuk menghilangkan distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari. Posisi matahari terhadap bumi berubah bergantung pada waktu perekaman dan lokasi obyek yang direkam. Koreksi TOA dilakukan dengan cara mengubah nilai digital number ke nilai reflektansi. Koreksi TOA menghilangkan kekaburan sehingga data citra yang dihasilkan menjadi lebih tajam dan

jelas secara visual. Data terkoreksi akan memudahkan dalam interpretasi dan analisis lebih lanjut, sehingga menghasilkan informasi yang benar. Berikut merupakan Rumus untuk konversi *Digital Number* menjadi *TOA Reflectance* (USGS, 2001) :

$$\rho_{\lambda} = M_{\rho} * Q_{cal} + A_{\rho} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\rho_{\lambda}$  = Nilai reflektan pada band ke i ( $Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ )

$M_{\rho}$  = Faktor skala pengali radian untuk setiap band (REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_n dari metadata, dimana n adalah nomor band).

$A_{\rho}$  = Faktor skala penjumlah Radian untuk band (REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_n dari metadata, dimana n adalah nomor band)

$Q_{cal}$  = *Quantized and calibrated standard product pixel values* (DN)

Berikut merupakan Rumus untuk konversi *Digital Number* menjadi *TOA Radiance* (USGS, 2001) :

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2.3)$$

Dimana :

$L_{\lambda}$  = TOA spectral radiance

$M_L$  = Nilai RADIANCE\_MULT\_BAND x yang terdapat di Metatada Citra, x yaitu nomer band yang akan diubah menjadi radiance

$A_L$  = Nilai RADIANCE\_ADD\_BAND\_x yang terdapat di Metatada Citra

$Q_{cal}$  = *Quantized and calibrated standard product pixel values* (DN)

### 2.5.2 Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer adalah koreksi untuk menghilangkan kesalahan radiansi yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer (*path radiance*). Hamburan atmosfer bervariasi menurut panjang gelombang dan nilai koreksi atmosfer berbeda-beda pada masing-masing kanal citra. Koreksi atmosfer merupakan langkah pertama yang sangat penting untuk melakukan penginderaan jauh pada *water-colour*. (Jaelani dkk, 2013)

Koreksi atmosfer sendiri memiliki berbagai metode yang umum digunakan, salah satunya adalah koreksi atmosfer metode *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV) yang dilakukan melalui website [6s.ltdri.org](http://6s.ltdri.org) dengan 6 parameter pengolahan koreksi tersebut yaitu, *Geometrical Condition, Atmospheric Model, Target and Sensor Altitude, Spectral Condition, Ground Reflectance*, dan *Signal*. Kemudian untuk mengkonversi nilai TOA (*Top Of Atmosphere*) menjadi BOA (*Bottom of Atmosphere*) diterapkan rumus seperti berikut :

$$Y(\lambda) = X_a * (L\lambda) - X_b \quad (2.4)$$

$$ACR(\lambda) = Y / (1 + X_c * Y) \quad (2.5)$$

Dimana :

ACR = Reflektan Terkoreksi Atmosfer

( $\lambda$ ) = Citra Satelit Dengan Format Radian

$X_a, x_b, x_c$  = Parameter Koreksi Yang Diperoleh Pada Website

### 2.6 Perhitungan Algoritma TSS

Perbedaan warna perairan diakibatkan oleh perbedaan panjang gelombang cahaya yang dipantulkan dan diserap oleh partikel-partikel padatan yang terdapat pada perairan. Parameter kualitas perairan yang terkait dengan proses pantulan dan serapan cahaya dalam kolom air adalah muatan



padatan tersuspensi / TSS, Chl – a, dan padatan organik terlarut (Budhiman & Parwati, 2014).

Tassan dan d'Alcala (1993) menggunakan algoritma citra Landsat dari kanal (*band*) tunggal yang memiliki korelasi paling tinggi terhadap data *in situ* TSS. Robinson (1985) juga menyatakan bahwa sebaiknya digunakan kanal tunggal untuk mendeteksi TSS dibandingkan dengan rasio antar kanal, Karena konsentrasi TSS tidak banyak berubah antar lapisan. Algoritma dengan rasio antar kanal menunjukkan korelasi yang kurang memuaskan dibandingkan dengan kanal tunggal (Robinson, 1985). Beberapa algoritma yang digunakan untuk mendeteksi TSS dengan citra Landsat di berbagai wilayah perairan dalam penelitian ini terdapat pada tabel berikut.

**Tabel 2. 5** Algoritma TSS

Algoritma	Referensi
$TSS (mg/l) = 31,42 * ((\log (Rrs(482,04)) / (\log (Rrs(654,59))) - 12,719$	Nurahida Laili (2015)
$TSS (mg/l) = 8,1429 * (\exp^{(23,704 * 0,94 * (Rrs(654,59)))})$	Syarif Budhiman (2004)
$TSS (mg/l) = 3,3238 * \exp^{(34,099 * (654,59))}$	Parwati (2006)
$TSS (mg/l) = 602,63 * (0,0007e^{47,755 * (Rrs(654,59))}) + 3,1481$	Guzman-Santaella (2009)
$\log (TSS) = 1,5212 * (\log(Rrs(482,04)) / \log(Rrs(561,41))) - 0,3698$	Jaelani (2016)

Algoritma Syarif Budhiman (2004) memiliki wilayah studi pada perairan Delta Mahakam, Kalimantan Timur, sedangkan Algoritma Parwati (2006) memiliki wilayah studi di perairan Berau, Kalimantan Timur, dan memfokuskan pada perairan yang terkena dampak limbah industri. Algoritma Guzman & Santaella (2009) memiliki wilayah studi di luar Indonesia yaitu di perairan Mayagüez Bay, Puerto Rico, dan untuk Algoritma Nurahida Laili (2015) memiliki wilayah studi di

perairan Pulau Poteran, Madura, Jawa Timur. Algoritma Jaelani (2016) memiliki wilayah studi di Gili Iyang, Sumenep, Jawa Timur.

## 2.7 Pengujian Data In Situ TSS

Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) dapat dilakukan secara gravimetri. Gravimetri adalah pemeriksaan jumlah zat dengan cara penimbangan hasil reaksi pengendapan. Gravimetri merupakan pemeriksaan jumlah zat yang paling tua dan paling sederhana dibandingkan dengan cara pemeriksaan kimia lainnya. Kesederhanaan itu kelihatan karena dalam gravimetri jumlah zat ditentukan dengan cara menimbang langsung massa zat yang dipisahkan dari zat-zat lain (Rivai, 1994). Prinsip pengujian TSS berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 yaitu contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C.

Prinsip analisis gravimetri adalah cara analisis kuantitatif berdasarkan berat tetap (berat konstan). Dalam analisis ini, unsur atau senyawa yang dianalisis dipisahkan dari sejumlah bahan yang dianalisis. Bagian terbesar analisis gravimetri menyangkut perubahan unsur atau gugus dari senyawa yang dianalisis menjadi senyawa lain yang murni dan stabil, sehingga dapat diketahui berat tetapnya saring (Rohman dan Ginanjar, 2007).

Syarat-syarat yang harus dipenuhi agar gravimetri berhasil menurut Day dan Underwood (2002) yaitu:

1. Proses pemisahan hendaknya cukup sempurna sehingga kuantitas analit yang tak terendapkan secara analisis tidak dapat dideteksi (biasanya 0,1 mg atau kurang, dalam menetapkan penyusunan utama dari suatu makro).

2. Zat yang ditimbang hendaknya mempunyai susunan yang pasti dan hendaknya murni atau hampir murni. Bila tidak, akan diperoleh hasil yang tidak valid.

Tahap-tahap pengukuran dalam metode gravimetri antara lain pengendapan, penyaringan, pencucian endapan, pengeringan dan penimbangan. Pengendapan bertujuan untuk mengendapkan analit yang akan ditetapkan dari larutannya dalam bentuk senyawa yang tidak larut atau sukar larut, sehingga tidak ada yang hilang selama penyaringan, pencucian endapan, pengeringan dan pemanasan. Penyaringan bertujuan untuk mendapatkan endapan yang bebas atau terpisah dari larutan (cairan induk) nya. Pencucian endapan bertujuan untuk membersihkan endapan dari cairan induknya yang selalu terbawa. Adanya cairan ini pada pemanasan akan meninggalkan bahan-bahan yang tidak mudah menguap. Langkah selanjutnya yaitu pengeringan. Tujuannya untuk menghilangkan kandungan air yang berasal dari pencucian endapan dan yang terakhir yaitu penimbangan untuk mendapatkan berat konstan dari residu yang tertinggal di kertas saring (Rohman dan Ginanjar, 2007).

Rumus penentuan kadar TSS menurut (SNI 06-6989.3-2004) yaitu:

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (mL)}} \quad (2.6)$$

Dimana :

A = Berat kertas saring + residu kering (mg)

B = Berat kertas saring (mg)

## 2.8 Analisa Korelasi Regresi Linier Sederhana

Perhitungan statistik digunakan untuk mengetahui apakah data citra satelit dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi yang ada di lapangan. Nilai pada analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel

independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Hubungan yang dimaksud bukanlah hubungan sebab akibat yang berlaku pada metode regresi. Metode korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Adapun rumus untuk koefisien korelasi( $r$ ) menurut Sugiyono (2008) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.7)$$

Dari hasil analisis korelasi dapat dilihat tiga alternatif yaitu apabila nilai  $r = +1$  atau mendekati positif (+) satu berarti variabel  $x$  mempunyai pengaruh yang kuat dan positif terhadap variabel  $y$ . Sedangkan apabila nilai  $r = -1$  atau mendekati negatif (-) satu berarti variabel  $X$  mempunyai pengaruh yang kuat dan negatif terhadap perkembangan variabel  $y$ . Dan apabila  $r = 0$  atau mendekati nol (0) maka variabel  $x$  kurang berpengaruh terhadap perkembangan variabel  $y$ , hal ini berarti bahwa bertambahnya atau berkurangnya variabel  $y$  tidak dipengaruhi variabel  $x$ .

**Tabel 2. 6** Interpretasi Koefisien Korelasi

<b>Interval Koefisien</b>	<b>Tingkat Hubungan</b>
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

## 2.9 Normalized Mean Absolute Error (NMAE)

Beberapa indikator uji kesesuaian yang umum diketahui seperti Root Mean Square Error (RMSE) ataupun Mean Square Error (MAE) tidak dapat digunakan untuk membandingkan MAT jika diterapkan pada daerah kajian

yang berbeda, karena nilai MAE sangat tergantung pada kondisi lokal seperti ukuran matriks dan lainnya.

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui apakah metode yang digunakan sesuai atau tidak. Uji validasi pada penelitian ini menggunakan metode *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) dengan toleransi absolut error sebesar  $\leq 30\%$  (Jaelani, 2016).

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{x_{estimated,i} - x_{measured}}{x_{measured}} \right| \cdot 100 \quad (2.8)$$

Dimana :

*NMAE* = *Normalized Mean Absolute Error*

N = Jumlah data

*X estimated* = Nilai hasil pengolahan

*X measured* = Nilai hasil pengukuran lapangan yang dianggap benar

## 2.10 Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Laut

Baku mutu air laut menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air laut. Dalam keputusan tersebut mengatur tentang parameter-parameter apa saja yang harus dan tidak boleh dimiliki oleh air laut serta kadar maksimum yang diperbolehkan. Kawasan perairan laut di luar Perairan Pelabuhan dan Wisata Bahari mengacu pada Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

**Tabel 2. 7** Parameter Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan	m	Coral: > 5 Mangrove: - Lamun: >3
2.	Kebauan		Normal

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
3.	Kekeruhan	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total	Mg/l	Coral: 20 Mangrove: 80 Lamun: 20
5.	Sampah		Nihil
6.	Suhu	°C	Alami Coral: 28-30 Mangrove: 28-32 Lamun: 28-30
7.	Lapisan minyak		Nihil
<b>KIMIA</b>			
1.	pH		7-8,5
2.	Salinitas	%0	Alami Coral: 33-34 Mangrove: s/d 34 Lamun: 33-34
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin)	µg/l	0,01
<b>Logam terlarut</b>			
17.	Raksa ( Hg)	mg/l	0,001

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
<b>BIOLOGI</b>			
1.	Coliform (total)	MPN/ 100 ml	1000
2.	Patogen	Sel/100 ml	Nihil
3.	Plankton	Sel/100 ml	Tidak <i>bloom</i>
<b>RADIO NUKLIDA</b>			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

(Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut)

**Catatan:**

- A. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
- B. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
- C. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
- D. Pengamatan oleh manusia (*visual*).
- E. Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
- F. Tidak *bloom* adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.

- G. TBT (*Tributyl Tin*) adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
- Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan  $< 10\%$  kedalaman *euphotic*
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan  $< 10\%$  konsentrasi rata2 musiman
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan  $< 2^{\circ} \text{C}$  dari suhu alami
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan  $< 0,2$  satuan pH
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan  $< 5\%$  salinitas rata-rata musiman
  - Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan  $< 10\%$  konsentrasi rata-rata musiman

### 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian Budhiman (2004) yang dilakukan di perairan Delta Mahakam, Indonesia dengan tujuan untuk mengembangkan algoritma berdasarkan model bio-optical untuk Perairan Delta Mahakam, menerapkan algoritma tersebut pada citra satelit, membandingkan distribusi TSM yang diambil pada waktu atau hari yang berbeda, dan untuk membandingkan hasil pengolahan citra satelit dengan menggunakan sensor yang berbeda. Dari penelitian tersebut membuktikan bahwa kanal merah pada sensor citra satelit lebih sensitif terhadap nilai konsentrasi TSM yang tinggi, sedangkan untuk kanal hijau lebih sensitif terhadap distribusi nilai TSM yang lebih rendah. Selain itu, pergantian musim tidak mempengaruhi distribusi nilai TSM. Peta TSM hanya menunjukkan variasi nilai TSM berdasarkan kondisi pasang surut.

Berdasarkan penelitian Guzman & Santaella (2009) melakukan pengembangan dan validasi dari algoritma



pengamatan *Total Suspended Sediment* (TSS) berdasarkan data *Reflectance Remote Sensing* (Rrs) dan MODIS / Terra band 1. Analisis data in situ menunjukkan hubungan yang signifikan antara TSS dan Rrs pada 645 nm ( $R^2 = 0,73$ ) menunjukkan respon positif dari parameter ini di wilayah spektrum yang dipilih. Algoritma yang dikembangkan dievaluasi dengan menerapkan persamaan yang dihasilkan ke dua gambar MODIS dimana data in situ didapatkan. Dalam analisis validasi, kesalahan yang lebih rendah ditemukan saat menggunakan persamaan eksponensial, namun estimasi persamaan linier mengikuti kecenderungan nilai terukur yang lebih baik. TSS estimasi dari ketiga algoritma tersebut menyajikan nilai dalam kisaran pengamatan in situ dan pola spasial karakteristik lingkungan pesisir. Data tambahan dan parameter pra-pengolahan akan dievaluasi untuk meningkatkan hasil validasi dan menghasilkan produk operasional TSS untuk perairan pesisir tropis. Penelitian tersebut dilakukan di perairan *Mayagüez Bay* yang terletak di bagian barat Puerto Rico.

Pada penelitian Pahlevi (2010) yang dilakukan di muara Sungai Porong dengan mengambil permasalahan sedimentasi yang terjadi pada daerah tersebut sebagai akibat aliran material lumpur buangan dari tanggul penahan lumpur di Porong. Penelitian ini memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan data utama citra satelit ASTER level 1B dan Landsat 5 TM serta Landsat 7 ETM+ level 1G sebagai pembanding. Sebagai data pendukung, penulis menggunakan data pasut selat Madura, data bathimetri selat Madura berdasarkan peta LPI 2002, dan peta RBI 1999 skala 1:25.000 untuk data acuan pengambilan daerah penelitian. Metode pengolahan data citra yang digunakan oleh penulis, yaitu algoritma Jing Li (2008) untuk mendapatkan nilai reflektansinya. Dan penulis pun menerapkan algoritma Lemigas (1997) dalam menentukan nilai Digital Number (DN). Dan dari uji statistik citra hasil klasifikasi, didapatkan

nilai akurasi citra sebesar 87,778 %, dan koefisien Kappa 0,878, yang berarti proses klasifikasi citra sudah dapat dikelaskan dengan benar. Berdasarkan penerapan kedua algoritma untuk menghitung regresi linier analisa sedimentasi pada data citra dan lapangan, didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,827 terhadap data lapangan (algoritma Jing Ling). Sedangkan pada algoritma Lemigas, didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,605 terhadap data lapangan.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurahida Laili, et al (2015) bertujuan untuk mengembangkan algoritma yang berfungsi untuk mendeteksi konsentrasi TSS dan Chl-a dengan menggunakan Citra Landsat-8 di Perairan Pulau Poteran, Madura. Penelitian tersebut mengumpulkan data lapangan reflektansi penginderaan jauh, konsentrasi TSS, dan Chl-a yang terdapat pada 9 stasiun yang mengelilingi Pulau Poteran, serta data Citra Landsat-8 dengan waktu akuisisi yang sama yaitu 22 April 2015. Model regresi untuk memperkirakan TSS menghasilkan akurasi yang tinggi dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ), NMAE dan RMSE sebesar 0,709; 9,67% dan 1,705 g / m<sup>3</sup> masing-masing. Sedangkan algoritma Chla retrieval menghasilkan  $R^2$  sebesar 0,579; NMAE sebesar 10,40% dan RMSE sebesar 51,946 mg / m<sup>3</sup>.

## **BAB III METODOLOGI**

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dari tugas akhir ini adalah muara sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Kawasan ini secara geografis terletak di antara  $7^{\circ}21'3.22''$ -  $7^{\circ}44'57.48''$  LS dan  $112^{\circ}47'53,59''$   $113^{\circ}22'36,48''$ BT , dan secara administratif berbatasan dengan :

- Selatan : Kabupaten Pasuruan
- Barat : Kabupaten Mojokerto
- Utara : Selat Madura
- Timur : Laut Bali.



**Gambar 3. 1** Lokasi Penelitian dan Sebaran Titik Sampel  
(Sumber : Google Maps (2017), dan Landsat-8 (2017))

Selain banyak terdapatnya sampah plastik pada perairan, sungai Porong merupakan kawasan pembuangan lumpur Lapindo yang telah terjadi sejak tahun 2006 hingga sekarang. Aliran sungai yang deras menyebabkan terbawanya lumpur Lapindo menuju muara sungai Porong dan pengaliran lumpur telah menimbulkan sedimentasi di muara Porong dan pesisir Timur Sidoarjo (Sari et al, 2013). Maka dari itu diperlukan adanya perhitungan nilai TSS untuk mengevaluasi apakah air laut muara sungai Porong masih berada pada standar kualitas air laut yang telah ditentukan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut.

### 3.2 Data dan Peralatan

#### 3.2.1 Data

Data yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu :

- a. Citra Landsat-7 L1T tahun 2000, dan Landsat-8 L1T tahun 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 *path/row* 118/65 yaitu pada wilayah Muara Sungai Porong, Sidoarjo.
- b. Data sampel air Muara sungai Porong sejumlah 20 sampel.

#### 3.2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- A. Perangkat Keras (*Hardware*)
  - a. Laptop untuk keperluan mengolah data citra satelit, perhitungan nilai TSS, analisis data hasil pengolahan, pembuatan peta persebaran TSS, dan penulisan laporan.
  - b. GPS *Handheld* untuk keperluan mengambil data sampel air pada titik-titik yang telah ditentukan sebelumnya
  - c. Kapal yang digunakan untuk mengambil sampel air sebanyak 20 sampel di perairan muara sungai Porong

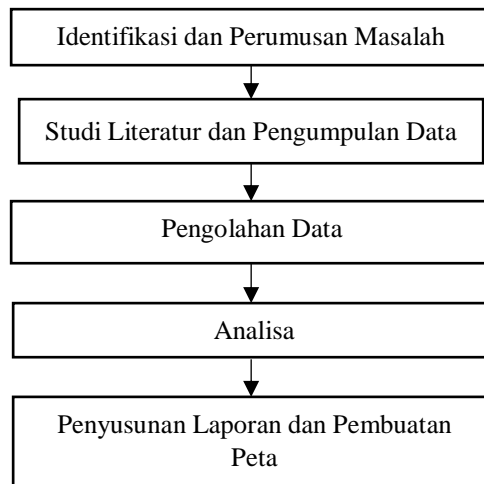
- d. Tongkat kayu sepanjang kurang lebih 1,5 meter untuk mengambil sampel air di perairan.
  - e. Botol plastik 600 ml untuk menyimpan sampel air yang telah diambil
  - f. Kamera digital yang digunakan untuk keperluan dokumentasi selama penelitian
  - g. Jam tangan digital untuk memudahkan mencatat waktu pengambilan sampel pada formulir ukur yang telah dibuat hingga satuan detik.
- B. Perangkat Lunak (*Software*)
- a. Perangkat lunak pengolah data statistik
  - b. Perangkat lunak pengolah data citra
  - c. Perangkat lunak pembuatan *layout* peta.
- C. Peralatan Uji Data Sampel Air
- a. Desikator
  - b. Oven dengan operasi suhu 103°C-105°C
  - c. Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg
  - d. Pengaduk magnetik
  - e. Pipet Volume
  - f. Gelas Ukur
  - g. Cawan Aluminium
  - h. Cawan Porselen
  - i. Penjepit
  - j. Kava Arloji
  - k. Pompa *Vacum*
- D. Bahan Uji Data Sampel Air
- a. Whatman Grade 934 AH dengan Particle Retention berukuran 1,5  $\mu\text{m}$  (*Standard for TSS in water analysis*)
  - b. Gelman type A/E, dengan *Particle Retention* berukuran 1,0  $\mu\text{m}$  (*Standard Filter For TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*)
  - c. E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161) dengan *Particle Retention* berukuran

1,1 $\mu$ m (*Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*)

### 3.3 Metodologi Pekerjaan

#### 3.3.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan pada penelitian ini, antara lain :



**Gambar 3. 2** Diagram Alir Penelitian

- a. **Identifikasi dan Perumusan Masalah**  
Hal pertama yang dilakukan dalam sebuah penelitian yaitu mengidentifikasi dan merumuskan masalah pada penelitian tersebut. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pembuatan peta kondisi persebaran TSS dan nilai TSS dari studi kasus yang telah ditentukan.
- b. **Studi Literatur**  
Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan berbagai macam referensi yang berkaitan tentang TSS, cara memproses data citra satelit dan data *in situ* hingga dapat dianalisa menjadi kesimpulan.
- c. **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan data pendukung yaitu citra landsat-7 dan landsat-8 dan data *in situ* berupa data sampel air yang diambil langsung pada studi kasus yang diambil

d. Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data citra satelit landsat 7 dan 8, serta uji data sampel air agar didapatkan kondisi persebaran TSS dan nilai TSS di muara sungai Porong Sidoarjo.

e. Analisa Hasil Pengolahan Data

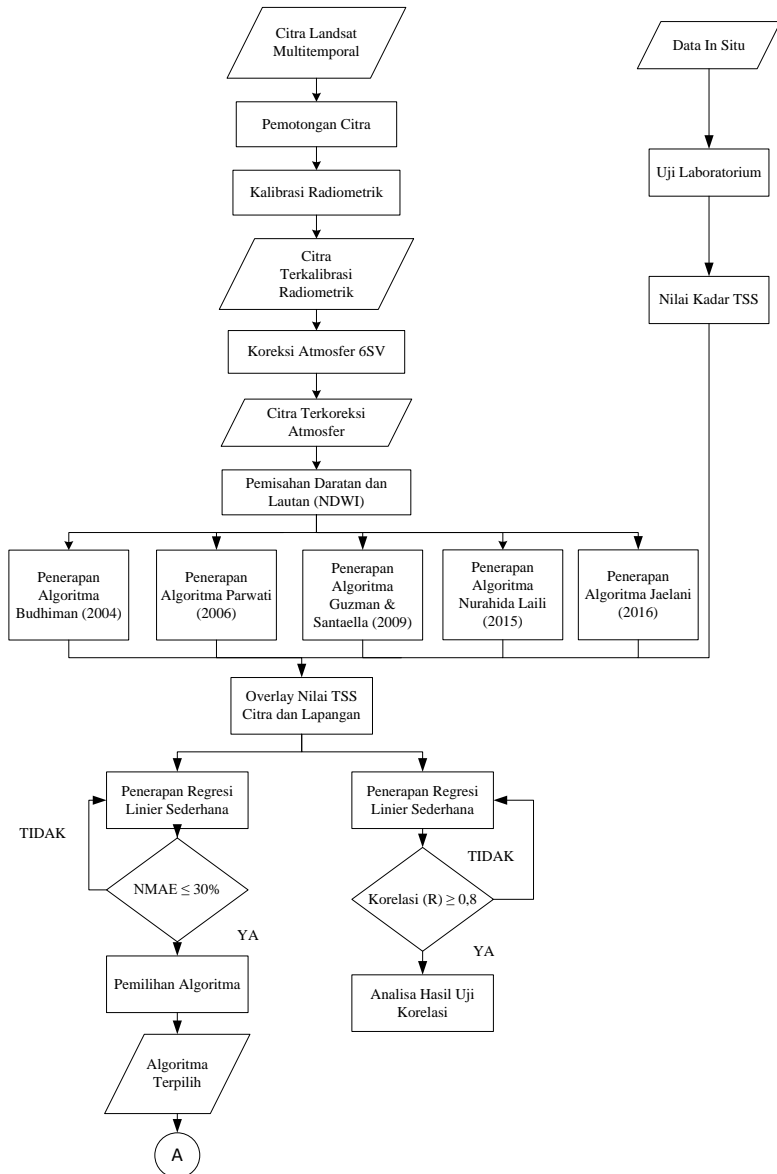
Setelah tahap pengolahan data selesai, maka dilakukan tahap analisa hasil pengolahan data citra satelit dan data *in situ*. Metode analisa yang digunakan adalah analisa deskriptif untuk menggambarkan nilai TSS yang didapatkan dari pengolahan data-data yang ada. Kemudian hasil dan kesimpulan digunakan untuk pembuatan peta kondisi perairan dan menyusun Laporan.

f. Penyusunan Laporan dan Pembuatan Peta

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian yaitu menyusun laporan dan membuat peta kondisi perairan yang kemudian dilanjutkan ke proses *layouting* peta.

### 3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dapat digambarkan seperti berikut :







**Gambar 3. 3** Diagram Alir Pengolahan Data

Keterangan :

- a. Data citra landsat yang digunakan adalah citra Landsat 7 tahun 2000 dan Landsat 8 tahun 2013, 2014, 2015, 2016, dan 2017. Citra Landsat 7 tahun 2000 digunakan untuk mengetahui keadaan konsentrasi TSS pada perairan muara sungai Porong sebelum bencana lumpur Lapindo terjadi, karena pada landsat 7 terjadi kerusakan pengambilan gambar di tahun 2003, oleh karena itu data yang digunakan adalah landsat 7 tahun 2000 yang memiliki kualitas gambar citra paling baik. Landsat 8 diluncurkan pada tahun 2013, maka dari itu data yang digunakan adalah landsat 8 untuk mengetahui konsentrasi TSS setelah terjadinya bencana lumpur Lapindo hingga saat ini.
- b. Pemotongan citra/*cropping* bertujuan untuk memilih kawasan atau daerah yang dipilih sebagai

studi kasus pada citra agar mempermudah proses pengolahan data

- c. Selanjutnya dilakukan koreksi radiometrik. Ada dua koreksi yang harus dilakukan, yaitu kalibrasi radiometrik, dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik dapat dilakukan dengan metode *Gain* dan *Offset* yaitu proses mengubah nilai piksel pada citra yang awalnya bernilai *DN* kemudian diubah ke dalam format radian. Setelah terkalibrasi radiometrik, dilakukan koreksi atmosfer dengan menggunakan metode 6SV (*Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vecto*) yang dilakukan melalui website [6s.ltdri.org](http://6s.ltdri.org)
- d. Dalam penelitian ini, *masking area* dilakukan untuk memisahkan area perairan dengan daratan. Daerah penelitian utama adalah daerah pesisir dan perairan, sehingga perlu dilakukan pemisahan daerah di atas air (daratan, pulau) dengan *masking*. Proses *masking* adalah tahap untuk memisahkan antara daerah perairan dan daratan dengan cara memblok nilai piksel daratan dengan nilai nol. Tahap ini dilakukan agar daerah daratan tidak mempengaruhi perairan pada saat penerapan algoritma TSS. Pada proses *masking* ini menggunakan metode *NDWI* (*Normalized Difference Water Index*) dengan menggunakan kanal *green* dan kanal *NIR* (*Near Infrared*)
- e. Perhitungan TSS dilakukan dengan menggunakan data citra satelit Landsat yang diolah dengan 5 algoritma perhitungan TSS. Perhitungan 5 algoritma TSS dilakukan pada citra Landsat-8 terbaru untuk mengetahui nilai yang dihasilkan dari citra dibandingkan dengan data sampel air yang telah diambil.

- f. Data *in situ* didapatkan dengan melakukan pengambilan sampel air laut secara acak di 20 titik yang telah ditentukan sebelumnya. Pada pengamatan TSS sendiri belum ada ketentuan sebaran titik yang harus diambil, selain itu pada penelitian sebelumnya menggunakan titik sampel air laut yang jumlahnya tidak tentu dari 15 titik sampel hingga 30, maka dari itu 20 sampel air dirasa cukup mewakili. Air laut yang dijadikan sampel adalah air yang berada pada permukaan lebih dari 50 cm dari kedalaman laut. Pada waktu yang bersamaan saat mengambil sampel air, koordinat titik sampel juga diambil dengan menggunakan GPS *handheld*. Data *in situ* diolah dengan menggunakan metode gravimetri yang dilakukan di Laboratorium untuk mendapatkan nilai konsentrasi TSS
- g. Setelah mendapatkan nilai TSS dari 5 algoritma tersebut, data citra dan data *in situ* kemudian dioverlaykan
- h. Perhitungan statistik digunakan untuk mengetahui apakah data citra satelit dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi yang ada di lapangan. Perhitungan statistik dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier sederhana untuk mengetahui nilai korelasi dengan membandingkan data olahan citra dengan data hasil *ground truth* TSS yang ada di lapangan. Hal ini digunakan untuk melihat sejauh mana kedekatan atau kebaikan data citra yang digunakan.
- i. Setelah didapatkan nilai korelasi dari masing-masing nilai TSS algoritma pada citra, maka dilakukan uji validasi. Uji validasi bertujuan untuk mengetahui ketepatan hasil nilai TSS algoritma

pengolahan citra terhadap data *in situ*. Uji validasi pada penelitian ini menggunakan *Normalized Mean Absolute Error (NMAE)* dengan toleransi *NMAE* yaitu sebesar  $\leq 30\%$

- j. Setelah didapat algoritma yang memiliki nilai absolut error terkecil, kemudian algoritma tersebut diterapkan pada citra Landsat-7 tahun 2000, dan Landsat-8 tahun 2013 hingga 2016.
- k. Jika semua citra telah diketahui persebaran konsentrasi TSSnya dengan menggunakan algoritma yang paling sesuai, setelah itu dilakukan klasifikasi nilai TSS untuk memudahkan proses pembuatan peta sebaran TSS. Nilai TSS diklasifikasikan menjadi 5 yaitu: 0 – 15 mg/L, 15,01 – 25 mg/L, 25,01 mg/L – 35 mg/L 35,01-80 mg/L, dan lebih dari 80 mg/L.
- l. Setelah klasifikasi nilai TSS selesai, maka dilakukan pembuatan peta sebaran nilai TSS dari masing-masing tahun citra.
- m. Evaluasi hasil sebaran TSS masing-masing citra dilakukan terhadap Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk mengetahui kualitas air laut perairan muara sungai Porong masih berada pada standar yang telah ditentukan atau tidak. Pada penelitian ini, karena kawasan perairan muara sungai porong terletak dekat dengan kawasan mangrove, maka parameter padatan tersuspensi total pada baku mutu sesuai dengan baku mutu untuk mangrove, selain itu pada perairan muara sungai Porong tidak terdapat coral dan lamun, jadi baku mutu tersebut tidak digunakan.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA**

#### 4.1 Data

##### 4.1.1 Citra Satelit Landsat 7 dan 8

Data citra yang digunakan adalah Landsat -7 tahun 2000, dan Landsat -8 tahun 2013, 2014, 2015, 2016, dan 2017. Pemilihan citra yang digunakan adalah citra yang tidak tertutup awan khususnya pada lokasi penelitian, selain itu berdasarkan waktu yang paling mendekati tanggal pengambilan data *in situ* yaitu pada tanggal 24 Agustus 2017. Maka dari itu citra yang digunakan adalah Citra Landsat pada bulan Juli hingga November. Berikut adalah tanggal akuisisi Citra Landsat multitemporal yang digunakan :

**Tabel 4. 1** Tanggal Akuisisi Citra Landsat-7 L1T dan Landsat-8 L1T

No.	Tanggal Akuisisi	Nama File
1	17 Agustus 2000	LE07_L1TP_118065_20000817_20170210_01_T1
2	28 Juli 2013	LC08_L1TP_118065_20130728_20170503_01_T1
3	17 September 2014	LC08_L1TP_118065_20140917_20170419_01_T1
4	23 November 2015	LC08_L1TP_118065_20151123_20170401_01_T1
5	21 Agustus 2016	LC08_L1TP_118065_20160821_20170322_01_T1
6	24 Agustus 2017	LC08_L1TP_118065_20170824_20170912_01_T1

##### 4.1.2 Data *In Situ*

Perencanaan pengambilan data *in situ* dilakukan dengan menghitung waktu perekaman Citra Landsat yang memiliki resolusi temporal selama 16 hari setelah *scene* terakhir citra diluncurkan yaitu pada tanggal 8 Agustus 2017, maka dari itu waktu pengambilan data *in situ* menyesuaikan waktu perekaman Citra Landsat-8 pada *path/row* 118/65 yaitu pada

tanggal 24 Agustus 2017. Sampel air yang diambil sebanyak 20 sampel.



**Gambar 4. 1** Sebaran Titik Sampel di Perairan Muara Sungai Porong

Pada gambar 4.1 menunjukkan gambar sebaran titik sampel yang diambil pada Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo. Sampel air diambil dengan jarak minimal 1 km antar titik sampel. Berikut merupakan koordinat dan nilai TSS yang didapat setelah dilakukan uji laboratorium :

**Tabel 4. 2** Lokasi Sebaran Titik Sampel dan Nilai TSS

No	Koordinat (meter)		Waktu Pengambilan	TSS Lapangan (mg/L)
	Easting (X)	Northing (Y)		
1	706.602,05	9.177.816,94	09 : 35 : 03	20
2	709.515,77	9.177.821,32	10 : 13 : 11	22
3	712.892,65	9.178.446,08	10 : 53 : 58	18
4	711.170,62	9.173.555,51	11 : 51 : 03	32
5	710.832,36	9.172.250,56	12 : 00 : 39	20
6	710.802,99	9.171.180,48	12 : 13 : 13	18

No	Koordinat (meter)		Waktu Pengambilan	TSS Lapangan (mg/L)
	Easting (X)	Northing (Y)		
7	710.732,97	9.169.930,92	12 : 23 : 42	16
8	711.119,92	9.168.891,86	12 : 37 : 01	16
9	711.264,78	9.167.770,95	12 : 45 : 44	16
10	711.185,09	9.166.884,06	12 : 53 : 00	16
11	711.331,87	9.165.336,33	13 : 05 : 31	14
12	711.432,34	9.164.127,86	13 : 14 : 03	14
13	711.331,00	9.162.821,63	13 : 21 : 01	18
14	710.905,58	9.161.847,50	13 : 32 : 06	20
15	710.387,42	9.162.687,04	13 : 41 : 24	72
16	709.981,49	9.163.673,28	13 : 51 : 41	26
17	709.591,01	9.164.544,98	13 : 59 : 19	22
18	709.183,68	9.165.430,99	14 : 07 : 19	24
19	708.649,86	9.166.448,72	14 : 15 : 48	36
20	708.300,93	9.167.404,06	14 : 23 : 58	34

#### 4.2 Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan agar dapat lebih fokus ke wilayah studi yaitu Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo, selain itu agar tidak menghabiskan banyak memori pada saat pengolahan data citra satelit. Berikut adalah Citra Landsat-8 L1T tanggal 24 Agustus 2017 sebelum dan sesudah dilakukan *cropping* :



**Gambar 4. 2** Citra Landsat-8 L1T Muara Sungai Porong Sidoarjo Jawa Timur



**Gambar 4. 3** Citra Landsat-8 Perairan Muara Sungai Porong

Pada gambar 4.2 menunjukkan Citra Landsat-8 sebelum dilakukan pemotongan citra, wilayah cakupannya meliputi hampir sebagian besar Provinsi Jawa Timur dengan kotak merah yang menjelaskan tentang wilayah lokasi penelitian, sedangkan pada gambar 4.3 menunjukkan Citra Landsat-8 yang



telah dipotong sesuai dengan wilayah studi penelitian yaitu Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo.

#### 4.4 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan proses untuk memperbaiki kualitas visual citra, dalam hal memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik terdiri dari dua tahap, yaitu kalibrasi radiometrik, dan koreksi atmosferik.

##### 4.4.1 Kalibrasi Radiometrik

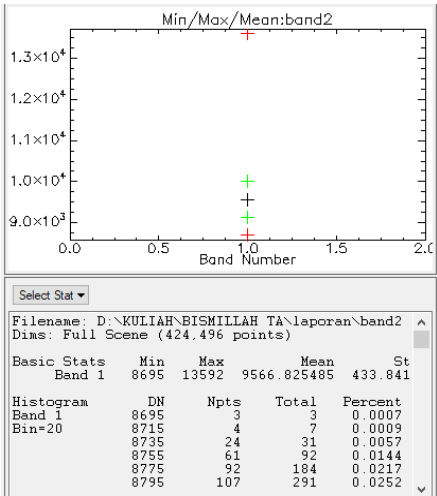
Kalibrasi radiometrik adalah proses perbaikan akibat kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari yang dapat terjadi saat pengambilan, pengiriman dan perekaman data.

Dalam penelitian ini kalibrasi radiometrik dilakukan dengan menggunakan metode *Gain* dan *Offset* untuk mengubah nilai DN (*Digital Number*) ke nilai radian. Berikut adalah perbedaan hasil citra lokasi penelitian sebelum dan sesudah dikalibrasi radiometrik beserta nilai statistiknya.



**Gambar 4. 4** Citra Landsat-8 L1T Dalam Format DN

Pada gambar 4.4 menunjukkan gambar citra Landsat-8 yang masih dalam format DN (*Digital Number*).



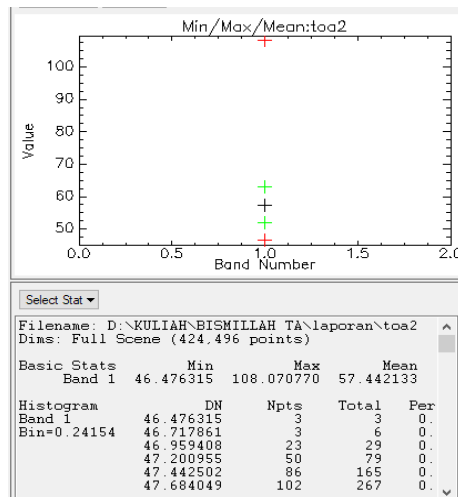
**Gambar 4. 5** Statistik Citra Landsat-8 L1T Format DN

Pada gambar 4.5 adalah histogram nilai statistik Citra Landsat-8 sebelum dilakukan kalibrasi radiometrik.



**Gambar 4. 6** Citra Landsat-8 L1T Dalam Format Radian

Pada gambar 4.6 menunjukkan gambar citra Landsat-8 setelah dilakukan kalibrasi radiometrik menjadi format *radiance*. Perbedaan warna citra sebelum dan sesudah terkalibrasi radiometrik tidak terlalu terlihat, namun dapat dilihat pada nilai statistik masing-masing citra.



**Gambar 4. 7** Statistik Citra Landsat-8 L1T Format Radian

Pada gambar 4.7 menunjukkan histogram nilai statistik Citra Landsat-8 L1T. Pada gambar 4.4 menunjukkan citra Landsat-8 L1T yang belum terkoreksi radiometrik memiliki nilai piksel mencapai ribuan yaitu 13.592, sedangkan Citra Landsat-8 L1T yang telah terkalibrasi radiometrik hanya memiliki nilai piksel tidak lebih dari 108.

#### 4.4.2 Koreksi Atmosfer

Koreksi Atmosfer adalah koreksi untuk menghilangkan kesalahan radiansi yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer (*path radiance*). Proses ini

bertujuan untuk mengkonversi nilai radian TOA (*Top of Atmospheric*) ke nilai reflektan BOA (*Bottom of Atmospheric*). Dalam penelitian ini metode koreksi atmosferik yang digunakan adalah metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-Vector*). Metode 6SV ini adalah salah satu metode koreksi atmosfer untuk menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai pemantulan citra yang diambil oleh sensor satelit. Untuk mendapatkan nilai reflektan diperlukan 6 parameter yang perlu dimasukkan yaitu *Geometrical Condition*, *Atmospherical Model*, *Target And Sensor Altitude*, *Spectral Condition*, *Ground Reflectance*, dan *Signal*. Pada penelitian ini kanal yang digunakan adalah kanal *Blue*, kanal *Green*, kanal *Red*, dan kanal *Near Infra Red* (NIR) untuk Landsat-7 dan Landsat-8. Berikut merupakan contoh kondisi parameter citra Landsat-8 tanggal akuisisi 24 Agustus 2017 :

**Tabel 4. 3** Kondisi dan Parameter Koreksi Atmosferik 6SV

No.	Parameter	Kondisi
1	<i>Geometrical Condition :</i> - <i>Month</i> - <i>Day</i> - <i>Solar Zenithal Angle</i> - <i>Solar Azimuthal Angle</i> - <i>Sensor Zenithal Angle</i> - <i>Sensor Azimuthal Angle</i>	08 24 33,7775142 57,46427198 -0,0001 359,87
2	<i>Atmospherical Model :</i> - <i>Atmospheric Model</i> - <i>Aerosol Model</i> - <i>Visibility</i>	<i>Tropical</i> <i>Continental Model</i> 7,8 km
3	<i>Target And Sensor Altitude :</i> - <i>Target Altitude</i> - <i>Sensor Altitude</i>	<i>Sea Level</i> <i>Satellite Level</i>
4	<i>Spectral Condition :</i>	0,43 – 0,53 0,52 – 0,60 0,63 – 0,68 0,84 – 0,88

No.	Parameter	Kondisi
5	<i>Ground Reflectance :</i> - <i>Ground reflectance type</i> - <i>Directional Effects</i>	<i>Humogeneous</i> <i>Ground</i> <i>No directional</i> <i>Effect</i>
6	<i>Signal :</i> - <i>Atmospheric correction mode</i>	<i>Atmospheric</i> <i>correction with</i> <i>Lambertian</i> <i>Assumption</i>

Kondisi parameter pada tabel 4.3 didapatkan dari metadata citra yang akan dikoreksi atmosfer. Pada parameter *spectral condition* kondisi yang dimasukkan adalah panjang gelombang masing-masing kanal yang digunakan, karena yang digunakan hanyalah 4 kanal, maka koreksi atmosfer dilakukan pada kanal tersebut. Berikut adalah hasil parameter koreksi atmosfer (Xa, Xb, Xc) yang dilakukan pada Citra Landsat-8 L1T Tahun 2017.

**Tabel 4. 4** Tabel Parameter Hasil Koreksi Atmosferik Citra Landsat-8 L1T Tahun 2017

Kanal	Xa	Xb	Xc
2 ( <i>Blue</i> )	0,00320	0,16526	0,19928
3 ( <i>Green</i> )	0,00322	0,09671	0,15742
4 ( <i>Red</i> )	0,00343	0,06020	0,12690
5 ( <i>Near Infrared</i> )	0,00484	0,02950	0,08630

#### 4.5 Pemisahan Daratan dan Lautan (*Masking*)

*Masking* adalah proses pemisahan antara daratan dan perairan. Proses *masking* bertujuan agar lokasi penelitian tidak nampak di area daratan dan hanya fokus di perairan saja.

Setelah melalui proses koreksi atmosferik, dan mendapatkan nilai reflektan yang telah terkoreksi, nilai reflektan tersebut diubah menjadi Rrs (*Reflectance Remote*

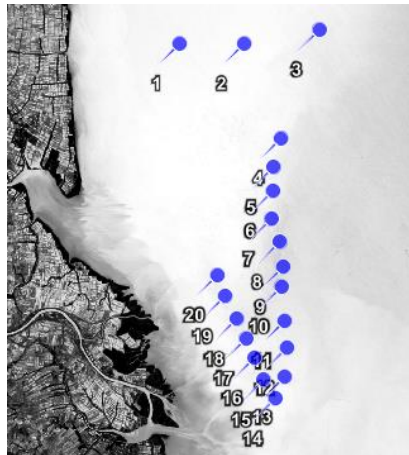
*Sensing*). Nilai RRS merupakan turunan dari pengukuran *radiance* dan *irradiance* menggunakan pendekatan *bio-optical model* (Budhiman, 2012). Nilai Rrs didapatkan dari rumus :

$$Rrs(\lambda) = \text{Reflektan} / \pi \quad (4.1)$$

Setelah mengubah nilai reflektan ke RRS, maka *masking* baru dapat dilakukan. Pemisahan daratan dan lautan ini menggunakan algoritma NDWI (*Normalized Difference Water Index*) dengan rumus seperti berikut :

$$NDWI = \frac{RrsGreen - RRSNIR}{RrsGreen + RRSNIR} \quad (4.2)$$

Ketika nilai NDWI > 0 maka daerah tersebut adalah perairan. Sedangkan ketika nilai NDWI ≤ 0, maka daerah tersebut merupakan daratan.



**Gambar 4. 8** Hasil *Masking* Pada Citra Landsat-8 L1T

Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa perairan berubah warna menjadi putih dan daratan ditandai dengan pinggirannya yang berwarna hitam.

#### 4.6 Perhitungan Nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

Perhitungan nilai TSS Perairan Muara Sungai Porong pada Citra Landsat-8 tahun 2017 dilakukan menggunakan 5 algoritma TSS, yaitu Algoritma Budhiman (2004), Algoritma Parwati (2006), Algoritma Guzman & Santaella (2009), Algoritma Nurahida (2015), dan Algoritma Jaelani (2016) dari lima algoritma tersebut akan dipilih satu algoritma yang memiliki nilai absolut error yang terendah.

Berdasarkan hasil perhitungan TSS dari masing-masing algoritma maka didapatkan nilai TSS sebagai berikut :

***Tabel 4. 5*** Nilai TSS Hasil Pengolahan Citra Landsat-8 Tahun 2017

No	Koordinat (meter)		TSS	TSS	TSS	TSS	TSS	TSS
	Easting (X)	Northing (Y)	In Situ (mg/ L)	Laili (mg/L)	Budhima n (mg/L)	Parwati (mg/L)	Guzman (mg/L)	Jaelani (mg/L)
1	706.602,05	9.177.816,94	20	17,97	38,14	35,31	632,44	18,28
2	709.515,77	9.177.821,32	22	17,38	32,77	28	554	17,98
3	712.892,65	9.178.446,08	18	13,66	13,66	7,35	215	14,97
4	711.170,62	9.173.555,51	32	14,1	14,79	8,28	244	15,75
5	710.832,36	9.172.250,56	20	14,04	14,4	7,95	242,76	9,39
6	710.802,99	9.171.180,48	18	13,98	12,68	6,55	184,36	14,85
7	710.732,97	9.169.930,92	16	13,27	12,18	6,16	169,03	14,64
8	711.119,92	9.168.891,86	16	13,37	11,86	5,91	155,51	13,81
9	711.264,78	9.167.770,95	16	13,26	11,57	5,69	148,3	13,54
10	711.185,09	9.166.884,06	16	13,42	11,5	5,63	142	13,49

No	Koordinat (UTM)		TSS	TSS	TSS	TSS	TSS	TSS
	Easting (X)	Northing (Y)	In Situ (mg/ L)	Laili (mg/L)	Budhima n (mg/L)	Parwati (mg/L)	Guzman (mg/L)	Jaelani (mg/L)
11	711.331,87	9.165.336,33	14	14,69	14,21	7,79	228,54	16,17
12	711.432,34	9.164.127,86	14	14,75	14,5	8,03	224,93	15,13
13	711.331,00	9.162.821,63	18	17,88	26,88	20,67	487,29	17,81
14	710.905,58	9.161.847,50	20	18,02	24,48	17,91	447,31	17,5
15	710.387,42	9.162.687,04	72	17,8	24,97	18,47	458,44	17,08
16	709.981,49	9.163.673,28	26	16,66	20,52	13,68	378,2	17,35
17	709.591,01	9.164.544,98	22	17,58	24,8	18,28	453,93	17,72
18	709.183,68	9.165.430,99	24	18,14	27,24	21,1	496,3	18,35
19	708.649,86	9.166.448,72	36	18,43	29,32	23,61	521,94	18
20	708.300,93	9.167.404,06	34	18,56	29,38	23,69	522,45	18,37

## 4.7 Uji Korelasi

### 4.7.1 Penerapan Regresi Linier Sederhana

Penerapan regresi dilakukan pada nilai TSS hasil pengolahan citra Landsat-8 L1T pada tanggal 24 Agustus 2017 dengan menggunakan 5 algoritma TSS dan nilai TSS data *in situ*. Pengambilan data *in situ* disesuaikan dengan waktu perekaman Citra Landsat-8 L1T agar dapat dianggap sama, dan hasil TSS citra dapat mewakili nilai TSS yang ada di lapangan.

Uji korelasi ini dilakukan dengan menggunakan regresi linier sederhana yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara hasil pengolahan data citra dan data lapangan, dan



didapatkan hasil korelasi dari masing-masing nilai Algoritma TSS dengan nilai data *in situ*, yaitu :

**Tabel 4. 6** Hasil Regresi dan Korelasi Algoritma TSS

<b>Algoritma</b>	<b>Regresi Linier (<math>R^2</math>)</b>	<b>Koefisien Korelasi (R)</b>
<b>Budhiman (2004)</b>	0,1218	0,349
<b>Parwati (2006)</b>	0,101	0,317
<b>Guzman &amp; Santaella (2009)</b>	0,16	0,4
<b>Nurahida Laili (2015)</b>	0,2064	0,454
<b>Jaelani (2016)</b>	0,1003	0,316

Pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa berdasarkan hasil TSS pengolahan data citra satelit Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 24 Agustus 2017 dan data *in situ* didapatkan hasil korelasi 0,349 untuk Algoritma Budhiman (2004), 0,317 untuk Algoritma Parwati (2006), 0,4 untuk Algoritma Guzman & Santaella (2009), dan Algoritma Nurahida Laili (2015) mendapat korelasi sebesar 0,454, kemudian dari Algoritma Jaelani (2016) mendapatkan hasil korelasi sebesar 0,316. Dari hasil korelasi tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan hubungan dari hasil TSS masing-masing algoritma dengan data *in situ* tergolong lemah hingga sedang (Sugiyono, 2008).

#### 4.7.2 Analisa Hasil Uji Korelasi

Dari hasil penerapan regresi linier sederhana didapatkan hasil korelasi dari masing-masing algoritma TSS yaitu berada pada kategori lemah hingga sedang. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh pengaruh titik-titik yang memiliki nilai yang tidak sesuai atau jauh dari pola yang telah ditentukan, dalam hal ini adalah garis linier. Maka dari itu, agar kekuatan hubungan antara nilai TSS Algoritma dengan TSS lapangan dapat dikatakan kuat atau  $\geq 0,8$ , perlu dilakukan residu titik sampel pengamatan yang terletak jauh dari garis linier. Residu titik

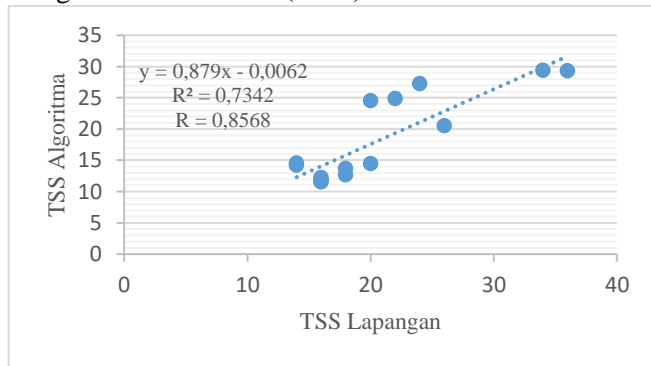
dilakukan dengan mengurangi 5 titik sampel dengan kekuatan hubungan yang paling rendah. Berikut merupakan titik pengamatan yang dipilih, serta nilai TSS *in situ* dan nilai TSS masing-masing Algoritma :

**Tabel 4. 7** Titik Pengamatan Setelah Diresidu

No	Koordinat (UTM)		TSS In	TSS	TSS	TSS	TSS	TSS
	Easting	Northing	Situ (mg/L)	Laili (mg/L)	Budiman (mg/L)	Parwati (mg/L)	Guzman (mg/L)	Jaelani (mg/L)
3	712.892,65	9.178.446,08	18	13,66	13,66	7,35	16,94	14,97
5	710.832,36	9.172.250,56	20	14,04	14,4	7,95	36,71	9,39
6	710.802,99	9.171.180,48	18	13,98	12,68	6,55	182	14,85
7	710.732,97	9.169.930,92	16	13,27	12,18	6,16	166	14,64
8	711.119,92	9.168.891,86	16	13,37	11,86	5,91	155	13,81
9	711.264,78	9.167.770,95	16	13,26	11,57	5,69	145	13,54
10	711.185,09	9.166.884,06	16	13,42	11,5	5,63	142	13,49
11	711.331,87	9.165.336,33	14	14,69	14,21	7,79	30,33	16,17
12	711.432,34	9.164.127,86	14	14,75	14,5	8,03	38,94	15,13
14	710.905,58	9.161.847,50	20	18,02	24,48	17,91	311,01	17,5
16	709.981,49	9.163.673,28	26	16,66	20,52	13,68	220,44	17,35
17	709.591,01	9.164.544,98	22	17,58	24,8	18,28	338,83	17,72
18	709.183,68	9.165.430,99	24	18,14	27,24	21,1	358,1	18,35
19	708.649,86	9.166.448,72	36	18,43	29,32	23,61	399,13	18
20	708.300,93	9.167.404,06	34	18,56	29,38	23,69	404,49	18,37

Titik pengamatan yang dipilih pada tabel 4.7 merupakan titik yang memiliki nilai TSS Algoritma dan TSS lapangan tergolong kuat. Berikut merupakan hasil uji korelasi antara masing-masing hasil TSS Algoritma dan TSS lapangan dengan menggunakan 15 titik sampel.

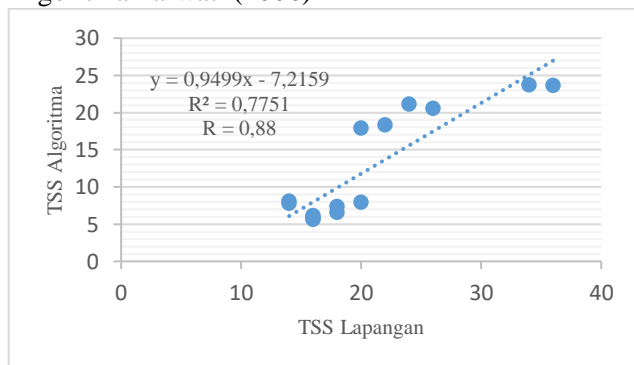
- Algoritma Budhiman (2004)



**Gambar 4. 9** Uji Korelasi TSS Algoritma Budhiman (2004)

Pada gambar 4.9 menunjukkan grafik dari pengolahan data *in situ* dan pengolahan data Citra Satelit Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 24 Agustus 2017 menggunakan Algoritma Budhiman (2004) didapatkan hasil koefisien korelasi (R) sebesar 0,8568. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data *in situ* dan hasil pengolahan citra satelit menggunakan Algoritma Budiman (2004) dianggap memiliki hubungan korelasi yang sangat kuat.

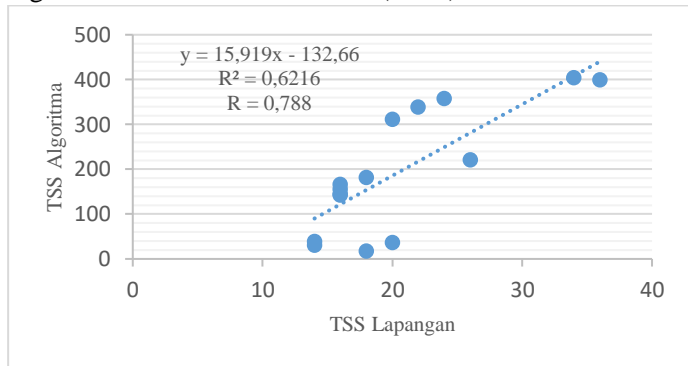
- Algoritma Parwati (2006)



**Gambar 4. 10** Uji Korelasi TSS Algoritma Parwati (2006)

Pada gambar 4.10 menunjukkan grafik dari pengolahan data *in situ* dan pengolahan data Citra Satelit Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 24 Agustus 2017 menggunakan Algoritma Parwati (2006) didapatkan hasil koefisien korelasi sebesar 0,88. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data *in situ* dan hasil pengolahan citra satelit menggunakan Algoritma Parwati (2006) memiliki hubungan korelasi yang sangat kuat.

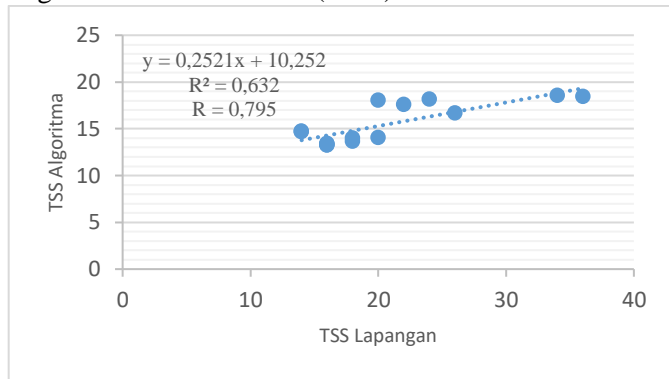
- Algoritma Guzman & Santaella (2009)



**Gambar 4. 11** Uji Korelasi TSS Algoritma Guzman & Santaella (2009)

Pada gambar 4.11 menunjukkan grafik dari pengolahan data *in situ* dan pengolahan data Citra Satelit Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 24 Agustus 2017 menggunakan Algoritma Guzman & Santaella (2009) didapatkan hasil koefisien korelasi sebesar 0,788. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data *in situ* dan hasil pengolahan citra satelit menggunakan Algoritma Guzman & Santaella (2009) memiliki hubungan korelasi yang kuat.

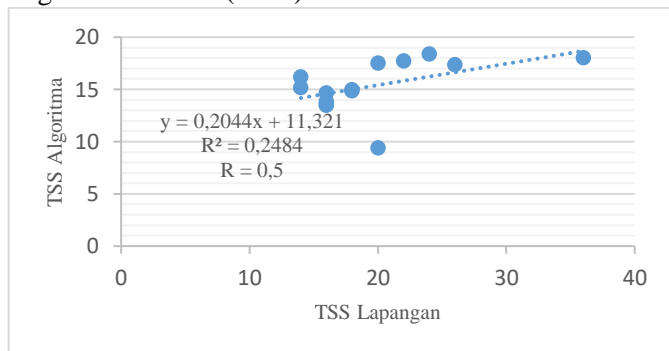
- 
- Algoritma Nurahida Laili (2015)



**Gambar 4. 12** Uji Korelasi TSS Nurahida Laili (2015)

Pada gambar 4.12 menunjukkan grafik dari pengolahan data *in situ* dan pengolahan data Citra Satelit Satelit Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 24 Agustus 2017 menggunakan Algoritma Nurahida Laili (2015) didapatkan hasil koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,795. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data *in situ* dan hasil pengolahan citra satelit menggunakan Algoritma Nurahida Laili (2015) memiliki hubungan korelasi yang kuat.

- Algoritma Jaelani (2016)



**Gambar 4. 13** Uji Korelasi TSS Algoritma Jaelani (2016)

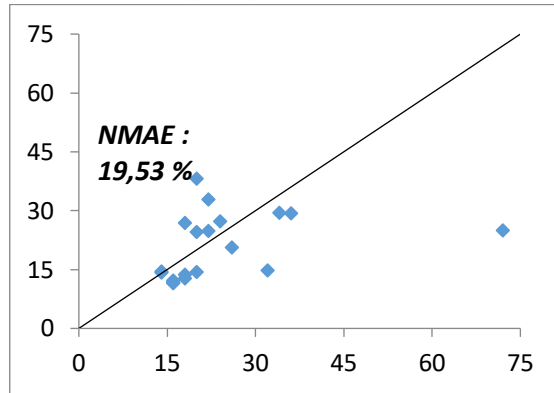
Pada gambar 4.13 menunjukkan grafik dari pengolahan data *in situ* dan pengolahan data Citra Satelit Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 24 Agustus 2017 menggunakan Algoritma Jaelani (2016) didapatkan hasil koefisien korelasi sebesar 0,5. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data *in situ* dan hasil pengolahan citra satelit menggunakan Algoritma Jaelani (2009) memiliki hubungan korelasi sedang.

Berdasarkan gambar 4.9 hingga 4.13 dapat dilihat bahwa Algoritma Parwati (2006) memiliki nilai korelasi yang paling tinggi dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,88, serta nilai regresi linier ( $R^2$ ) sebesar 0,7751. Hal tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara nilai TSS data citra dengan TSS data *In Situ* yang paling baik setelah dilakukan residu titik sampel pengamatan, apabila dibandingkan dengan 4 algoritma lain yang digunakan dengan nilai  $R \geq 0,8$  atau bisa disebut korelasi sangat kuat (Sugiyono, 2008).

#### 4.8 Normalized Mean Absolute Error (NMAE)

Setelah diketahui nilai korelasi masing-masing algoritma, maka dilakukan uji validasi. Uji validasi dalam penelitian ini menggunakan metode *Normalized Mean Absolute Error (NMAE)* dengan toleransi nilai absolut error sebesar  $\leq 30\%$ . Berikut merupakan hasil perhitungan NMAE dari masing-masing Algoritma TSS yang digunakan :

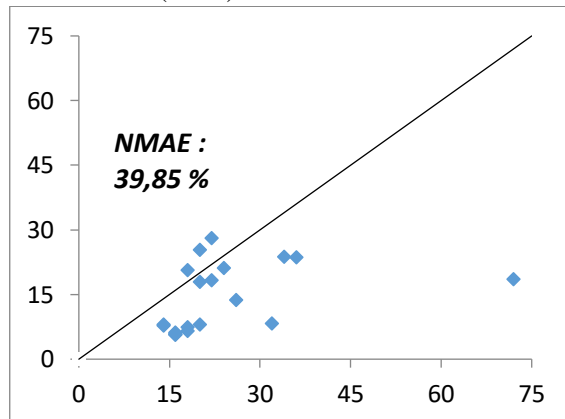
- Algoritma Budhiman (2004)



**Gambar 4. 14** Akurasi Nilai Estimasi TSS Budhiman

Pada gambar 4.14 menunjukkan akurasi nilai estimasi TSS yang didapat dari Algoritma Budhiman (2004) dan nilai TSS lapangan mencapai 19,53% yang berarti hasil TSS dari algoritma Budhiman (2004) masih dapat diterima. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa ada satu titik yang berpencar dan membuat hasilnya menjadi tidak presisi, sedangkan titik lainnya berada di antara nilai 45 untuk x, dan y.

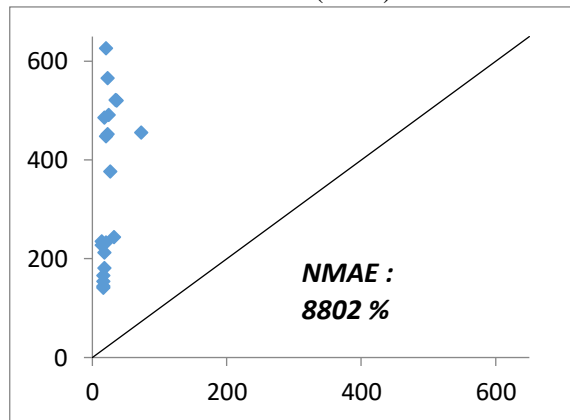
- Algoritma Parwati (2006)



**Gambar 4. 15** Akurasi Nilai Estimasi TSS Parwati

Pada gambar 4.15 menunjukkan akurasi nilai estimasi TSS yang didapat dari Algoritma Parwati (2006) dan nilai TSS lapangan mencapai 39,85% yang berarti telah melewati teloransi error yaitu 30%, maka algoritma tersebut tidak dapat digunakan pada pengolahan selanjutnya.

- Algoritma Guzman & Santaella (2009)

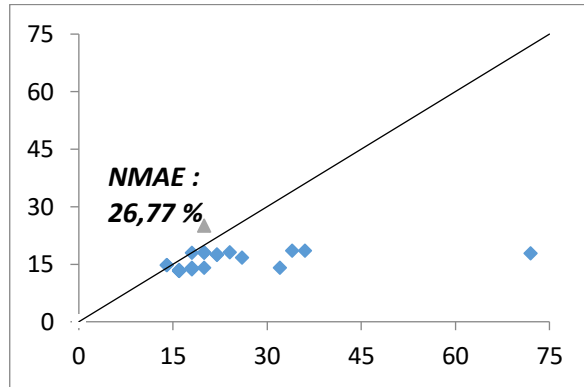


**Gambar 4. 16** Akurasi Nilai Estimasi TSS Guzman & Santaella

Pada gambar 4.16 menunjukkan akurasi nilai estimasi TSS yang didapat dari Algoritma Guzman & Santaella (2009) dan nilai TSS lapangan mencapai 8805% yang dapat dikatakan sangat besar, hal tersebut disebabkan karena hasil nilai TSS Algoritma Guzman & Santaella mencapai angka ratusan yang berarti sangat jauh dari nilai TSS lapangan. Karena hasil NMAE algoritma Guzman & Santaella melebihi 30%, maka algoritma tersebut tidak dapat digunakan pada pengolahan selanjutnya.



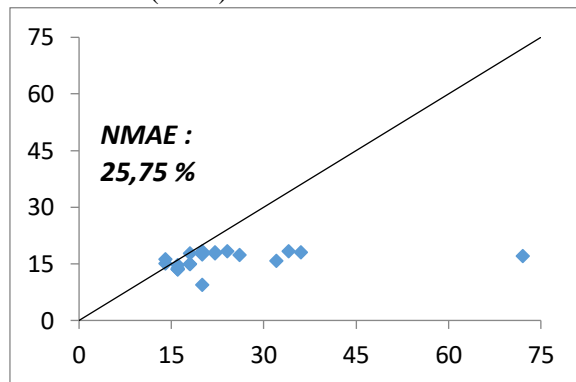
- Algoritma Nurahida Laili (2015)



**Gambar 4. 17** Akurasi Nilai Estimasi TSS Nurahida

Pada gambar 4.17 menunjukkan akurasi nilai estimasi TSS yang didapat dari Algoritma Nurahida (2015) dan nilai TSS lapangan mencapai 26,77% yang berarti hasil TSS dari algoritma Nurahida Laili (2015) masih sesuai dengan hasil TSS lapangan Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa ada satu titik yang berpencar dan membuat hasilnya menjadi tidak presisi, sedangkan titik lainnya berada di antara nilai 45 untuk x, dan 30 untuk y.

- Algoritma Jaelani (2016)



**Gambar 4. 18** Akurasi Nilai Estimasi TSS Jaelani

Pada gambar 4.18 menunjukkan akurasi nilai estimasi TSS yang didapat dari Algoritma Jaelani (2016) dan nilai TSS lapangan mencapai 25,75% yang berarti hasil TSS dari Algoritma Jaelani (2016) masih sesuai dengan hasil TSS lapangan Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa ada satu titik yang berpencar dan membuat hasilnya menjadi tidak presisi, sedangkan titik lainnya berada di antara nilai 45 untuk x, dan 30 untuk y.

#### 4.9 Analisa Perbandingan Nilai TSS Citra Landsat-8 Tahun 2017 dengan TSS Lapangan

Dari uji validasi yang telah dilakukan didapatkan algoritma yang dapat diterapkan pada tahap selanjutnya yaitu Algoritma Budhiman (2004), Algoritma Nurahida (2015), dan Algoritma Jaelani (2016), karena pada penelitian ini yang akan diterapkan pada citra landsat multitemporal hanya satu algoritma, maka digunakan Algoritma Budhiman (2004) dengan nilai absolut error terendah. Untuk perhitungan TSS menggunakan algoritma lainnya memiliki perbedaan yang cukup menonjol antara citra dan data lapangan hal ini dapat disebabkan karena :

- a. Perbedaan waktu perekaman citra dan waktu pengambilan data insitu.

Waktu perekaman citra adalah Tanggal 24 Agustus 2017 pada pukul 02:35:51.038584 (informasi ini didapat dari meta data citra) sedangkan waktu pengambilan data *in situ* dimulai pukul 9.35-14.30 WIB. Terdapat selang waktu yang signifikan antara waktu perekaman citra dan waktu pengambilan data *in situ*. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan atau dinamika kondisi perairan yang mengakibatkan perubahan sebaran dan nilai TSS.

- b. Pengaruh radiometrik

Perbedaan nilai TSS citra dan *In Situ* dapat disebabkan karena pengaruh radiometrik atau gangguan perambatan gelombang di udara.

c. Perbedaan Karakteristik Perairan Studi Algoritma TSS dan Perairan Sidoarjo

Perbedaan yang menonjol dari hasil pengolahan citra dan data *in situ* dapat disebabkan karena karakteristik perairan Algoritma TSS yang digunakan dengan Perairan Sidoarjo berbeda. Seperti pada Algoritma Guzman & Santaella (2009) yang memiliki nilai sangat jauh dimungkinkan karena studi kasus algoritma tersebut bertempat di Mayagüez Bay, Puerto Rico yang terletak sangat jauh, sedangkan pada Algoritma Parwati (2006) memiliki perbedaan yang tidak terlalu menonjol dari nilai TSS lapangan, karena studi kasus pembuatan algoritma masih berada di dalam wilayah perairan Indonesia.

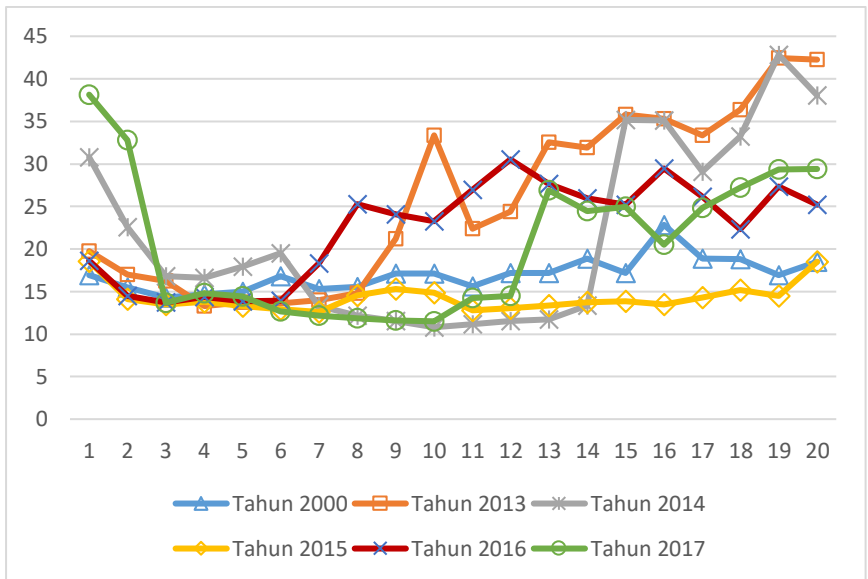
#### 4.10 Nilai TSS Hasil Pengolahan Citra Satelit Landsat 7 dan 8 Multitemporal

Setelah mengetahui algoritma yang digunakan adalah Algoritma Budhiman (2004), maka dilakukan perhitungan nilai TSS pada citra satelit landsat tahun 2000, 2013, 2014, 2015, dan 2016 untuk mengetahui kondisi konsentrasi TSS di Muara Sungai Porong pada waktu itu. Adapun hasil perhitungan TSS pada tahun-tahun tersebut adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 8** Hasil Nilai TSS Multitemporal di Perairan Muara Sungai Porong

No Titik	TSS Citra Tahun 2000 (mg/L)	TSS Citra Tahun 2013 (mg/L)	TSS Citra Tahun 2014 (mg/L)	TSS Citra Tahun 2015 (mg/L)	TSS Citra Tahun 2016 (mg/L)	TSS Citra Tahun 2017 (mg/L)
1	16,94	19,72	30,79	18,57	18,65	38,14
2	15,46	17,02	22,59	14,11	14,46	32,77
3	14,3	16,21	16,83	13,5	13,71	13,66
4	14,69	13,29	16,64	13,77	14,37	14,79
5	14,96	13,71	17,96	13,32	13,83	14,4
6	16,79	13,62	19,5	12,91	13,93	12,68
7	15,29	13,96	13,32	12,6	18,28	12,18
8	15,57	14,82	12,18	14,56	25,25	11,86
9	17,13	21,17	11,52	15,33	24,1	11,57
10	17,14	33,36	10,8	14,86	23,25	11,5
11	15,64	22,39	11,14	12,82	26,94	14,21
12	17,17	24,42	11,55	13,03	30,52	14,5
13	17,21	32,55	11,73	13,35	27,67	26,88
14	18,9	31,91	13,38	13,71	25,94	24,48
15	17,21	35,83	35,2	13,83	25,19	24,97
16	22,84	35,27	35,12	13,47	29,45	20,52
17	18,86	33,36	29,12	14,27	26,17	24,8
18	18,82	36,39	33,21	15,19	22,29	27,24
19	16,94	42,44	42,82	14,46	27,36	29,32
20	18,48	42,25	38,05	18,48	25,19	29,38

Berdasarkan nilai TSS pada tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai TSS tidak selalu terjadi peningkatan, namun juga mengalami penurunan seperti pada beberapa titik sampel pengamatan. Penurunan dan peningkatan nilai TSS berdasarkan titik pengamatan tersebut dapat dilihat lebih jelas pada grafik berikut :

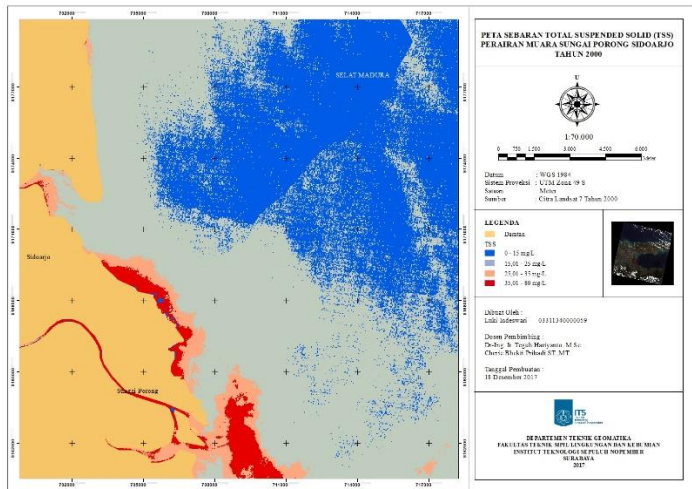


**Gambar 4. 19** Grafik Nilai TSS Multitemporal Perairan Muara Sungai Porong

Pada grafik 4.19 menunjukkan naik turunnya nilai TSS tiap titik pengamatan per tahunnya. Dapat dilihat bahwa nilai TSS yang paling tinggi adalah pada tahun 2014 yaitu mencapai 42,82 mg/L pada titik pengamatan nomor 19, sedangkan nilai TSS terendah terjadi pada tahun 2015 yaitu hanya berkisar antara 12,6 mg/L hingga 18,57 mg/L.

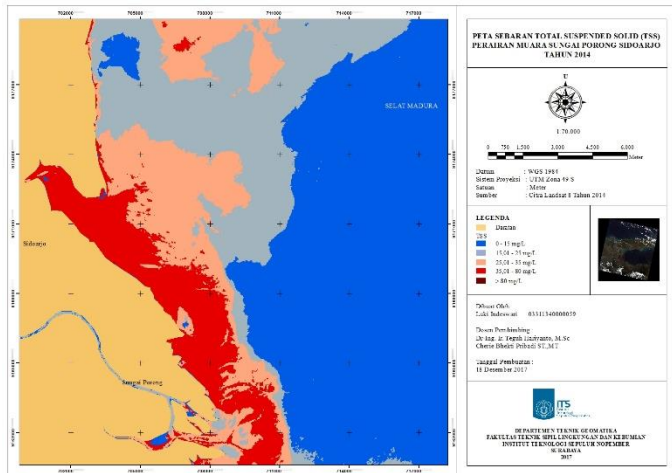
#### 4.11 Analisa Konsentrasi TSS Perairan Muara Sungai Porong Tahun 2000, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017

Perubahan nilai TSS dari tahun ke tahun berdasarkan titik sampel pengamatan dapat dilihat pada peta sebaran konsentrasi TSS seperti berikut :

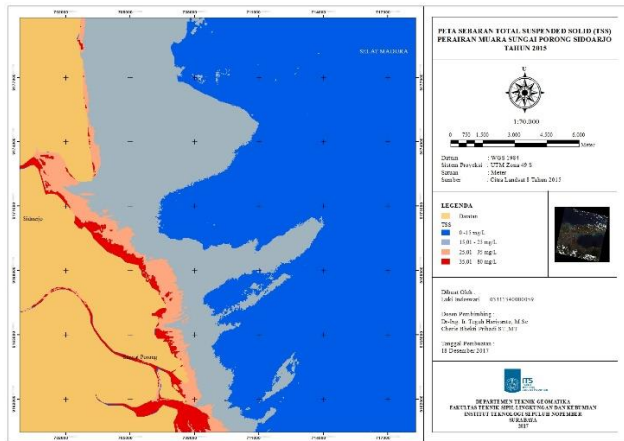


**Gambar 4. 20** Peta Sebaran TSS Tahun 2000

Pada gambar 4.20 menunjukkan hasil sebaran TSS di Perairan Muara Sungai Porong pada tahun 2000 berkisar antara 11,61 mg/L hingga 60,23 mg/L.

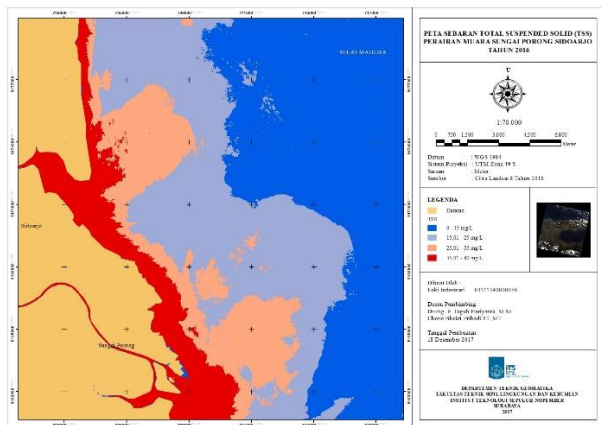


Pada gambar 4.17 menunjukkan hasil sebaran TSS di Perairan Muara Sungai Porong pada tahun 2014 berkisar antara 10,28 mg/L hingga 81,17 mg/L.



**Gambar 4. 23** Peta Sebaran TSS Tahun 2015

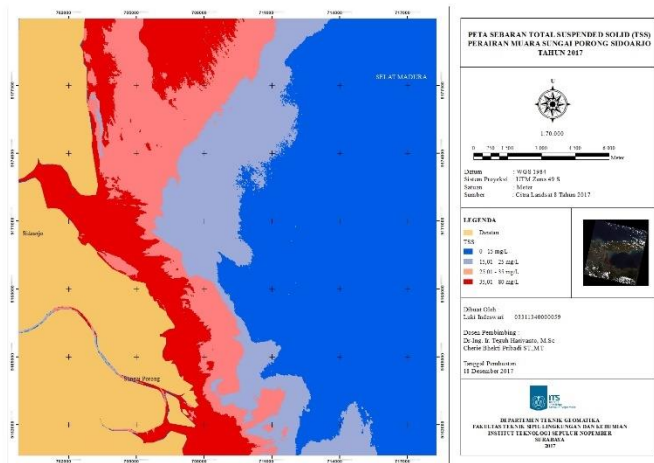
Pada gambar 4.23 menunjukkan hasil sebaran TSS di Perairan Muara Sungai Porong pada tahun 2015 berkisar antara 10,22 mg/L hingga 60,08 mg/L.



**Gambar 4. 24** Peta Sebaran TSS Tahun 2016



Pada gambar 4.24 menunjukkan hasil sebaran TSS di Perairan Muara Sungai Porong pada tahun 2016 berkisar antara 10,18 mg/L hingga 74,58 mg/L.



**Gambar 4. 25** Peta Sebaran TSS Tahun 2017

Pada gambar 4.25 menunjukkan hasil sebaran TSS di Perairan Muara Sungai Porong pada tahun 2017 berkisar antara 10,62 mg/L hingga 72 mg/L.

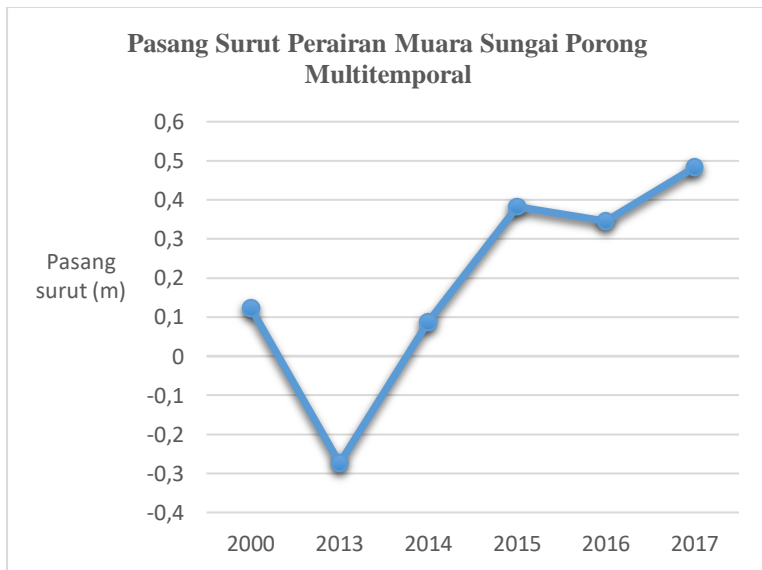
Dari gambar 4.18 hingga 4.23, dapat dilihat bahwa konsentrasi TSS tiap tahunnya berubah-ubah. Daerah yang terkena dampak paling besar adalah di sekitar muara Kali Porong atau di dekat daratan, karena merupakan tempat bertemunya aliran sungai dan laut (gelombang dan arus) sehingga ada banyak material TSS yang terkonsentrasi di daerah tersebut.

Tahun 2000 merupakan tahun sebelum terjadinya bencana luapan lumpur Lapindo yang terjadi pada tahun 2006 hingga sekarang, namun nilai TSS pada tahun itu dapat dikatakan sudah termasuk tinggi di perairan yang dekat dengan daratan, sedangkan pada tahun 2015 hasil nilai TSS yang didapat lebih rendah jika dibandingkan tahun 2000. Hal tersebut dapat disebabkan oleh

pasang surut air laut yang terjadi pada saat pengambilan citra yaitu sekitar pukul 2:30 di semua citra multitemporal yang digunakan. Data pasang surut dapat diperoleh secara *Real-Time* pada *website* BIG yaitu [tides.big.go.id/pasut](http://tides.big.go.id/pasut). Berikut merupakan data pasang surut yang terjadi pada saat pengambilan citra multitemporal :

**Tabel 4. 9** Tinggi Pasang Surut Saat Pengambilan Citra

No.	Tanggal Akuisisi Citra	Tinggi Pasang Surut (m)
1	17 Agustus 2000	0,123
2	28 Juli 2013	-0,274
3	17 September 2014	0,088
4	23 November 2015	0,383
5	21 Agustus 2016	0,346
6	24 Agustus 2017	0,483



**Gambar 4. 26** Pasang Surut Saat Pengambilan Citra Multitemporal

Pada tahun 2013 mendapatkan nilai TSS tertinggi yaitu mencapai 92,16 mg/L yang dapat disebabkan karena pada saat pengambilan citra yaitu pada pukul 2:37:46 ketinggian pasang surut sangat rendah terhadap *Mean Sea Level* (MSL) mencapai - 0.2734 m yang menyebabkan partikel-partikel di dasar laut naik. Pada tahun 2000, ketinggian pasang surut saat perekaman citra terjadi pada saat surut yaitu mencapai 0,123 m, sedangkan pada tahun 2015 tinggi pasang surut naik mencapai 0,383 m. Tinggi rendahnya pasang surut yang terjadi dapat mempengaruhi konsentrasi TSS, pada saat surut konsentrasi TSS cenderung lebih tinggi daripada saat surut menuju pasang. (Rozali, et al, 2016)

Fluktuasi yang terjadi pada nilai TSS tiap tahunnya juga dapat disebabkan oleh :

- a. Pasang surut air laut, arus, dan angin.  
Laju aliran air laut merupakan faktor utama dalam perubahan konsentrasi TSS. Air yang mengalir cepat membawa partikel dan sedimen yang lebih besar. Bila terjadi hujan lebat, pasir, lumpur, tanah liat, dan partikel organik lain dapat terbawa dari daratan ke laut.
- b. Pembusukan tanaman dan hewan laut  
Adanya tanaman dan hewan di dalam laut yang mati dan membusuk akan melepaskan partikel organik tersuspensi yang dapat berkontribusi pada peningkatan ataupun penurunan nilai konsentrasi TSS
- c. Air limbah  
Limbah yang berasal dari perumahan maupun industri juga merupakan faktor terjadinya fluktuasi konsentrasi TSS.

#### 4.11 Evaluasi Nilai Hasil TSS Terhadap Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

Dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 mengatur tentang parameter-parameter apa saja yang harus dan tidak boleh dimiliki oleh air laut

serta kadar maksimum yang diperbolehkan. Kawasan perairan laut di luar Perairan Pelabuhan dan Wisata Bahari mengacu pada Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

Berdasarkan hasil penerapan Algoritma Budhiman (2004) pada citra Landsat 7 tahun 2000, dan Landsat 8 pada tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016, didapatkan hasil konsentrasi TSS di Perairan Muara Sungai Porong yang terendah pada tahun 2015 yaitu 10,22 mg/L hingga 60,08 mg/L, dan tertinggi pada tahun 2013 dengan nilai TSS berkisar antara 11,52 mg/L hingga 92,16 mg/L, dan tahun 2014 yaitu berkisar antara 10,28 mg/L hingga 81,17 mg/L. Maka dari itu, pada tahun 2013, dan 2014 memiliki nilai konsentrasi TSS melewati batas standar baku mutu air laut menurut Keputusan Menteri Negara No. 51 Tahun 2004 yaitu 80 mg/L.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pemetaan Persebaran TSS (*Total Suspended Solid*) di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo dengan Memanfaatkan Citra Satelit Landsat 7 dan 8 Multitemporal dan Data In Situ, maka didapatkan beberapa kesimpulan akhir yaitu:

- a. Berdasarkan hasil pengolahan data *in situ* dan data Citra Satelit Landsat 8 Pada Tahun 2017 dengan menggunakan 5 Algoritma yang telah ditentukan, yaitu Algoritma Syarif Budhiman (2004), Algoritma Parwati (2006), Algoritma Guzman & Santaella (2009), Algoritma Nurahida Laili (2015), serta Algoritma Jaelani (2016) didapatkan hasil uji validasi NMAE dengan absolut error terendah yaitu Algoritma Budhiman (2004) sebesar 19,53%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hasil TSS algoritma tersebut merupakan algoritma yang paling sesuai dengan hasil TSS lapangan yang didapatkan, jika dibandingkan dengan 4 algoritma lainnya.
- b. Nilai TSS pada tahun 2000, 2013 hingga 2017 yang didapat dari pengolahan Citra Satelit Landsat 7 dan 8 dengan menggunakan Algoritma Budhiman (2004) secara keseluruhan mendapatkan hasil terendah antara 10,22 mg/L hingga 60,08 mg/L pada tahun 2015, dan tertinggi pada tahun 2013 dengan nilai TSS dengan nilai TSS berkisar antara 11,52 mg/L hingga 92,16 mg/L.
- c. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk biota laut, standart baku mutu untuk parameter TSS adalah 80 mg/L. Berdasarkan hasil pengolahan data citra satelit Landsat 7 tahun 2000 dan Landsat 8 tahun 2013 hingga

2017 menggunakan Algoritma Budhiman (2004) didapatkan hasil nilai konsentrasi TSS tertinggi pada tahun 2013, dan 2014 yaitu 92,16 mg/L, dan 81,17 mg/L secara berurutan. Maka dari itu, pada tahun tersebut perairan di Muara Sungai Porong dapat dikatakan tercemar karena melebihi baku mutu air laut untuk biota laut yang telah ditentukan.

## 5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diterapkan untuk penelitian selanjutnya :

- a. Memperhatikan perubahan pasang surut air laut, angin, dan faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan perbedaan hasil nilai TSS citra dan TSS lapangan
- b. Dilakukan penanganan lebih lanjut dalam menangani peningkatan konsentrasi TSS di Perairan Muara Sungai Porong, terlebih lagi nilai konsentrasi TSS di beberapa tahun sudah melewati batas standart baku mutu air laut yang telah ditentukan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Karena tingginya nilai konsentrasi TSS dapat membahayakan tanaman dan hewan laut seperti hiu paus, dan ikan-ikan lainnya yang hidup di perairan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angraeni. G., Suntoyo., Zikra. M. 2014. Analisa Perubahan Kualitas Air Akibat Pembuangan Lumpur Sidoarjo pada Muara Sungai Porong. Jurnal Teknik Pomits. Vol. 2. No. 1. Hal. 2301-9271. ISSN: 2337-3539.
- Atmodjo, Warsito. 2011. Studi Penyebaran Sedimen Tersuspensi di Muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan. Semarang.
- Badan Informasi Geospasial [BIG]. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong Bogor.
- Badan Standar Nasional. 2004. Air dan air limbah- Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) Secara Gravimetri. SNI 06-6989.3-2004.
- Bobsaid, M.W. 2017. Studi Pemetaan Batimetri Perairan Dangkal Menggunakan Citra Landsat 8 Dan Sentinel-2a (Studi Kasus: Perairan Pulau Poteran Dan Gili Iyang, Madura). Skripsi. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Budhiman, S, 2004. Mapping TSM Concentrations From Multi Sensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta Indonesia, Enschede: MSc Thesis ITC Enschede, The Netherlands.
- Budhiman , S, dan Parwati, Ety. 2014. Simulasi nilai reflektansi penginderaan jauh (remote sensing reflectance) parameter kualitas perairan menggunakan perangkat lunak WASI. Vol. V No. 7 Juli 2014. LAPAN : Jakarta.
- Budianto, Syaiful. 2016. Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Dampak Bencana Lumpur Menggunakan Citra Landsat Multitemporal (Studi Kasus: Sungai Porong, Sidoarjo). Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Danoedoro, P. 1996. *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.

- Danoedoro, Projo. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Dijital. Yogyakarta, Andi Offset.
- Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Guzman, V. R dan Santaella, F. G. 2009. Using MODIS 250 m Imagery to Estimate Total Suspended Sediment in a Tropical Open Bay. International Journal of System Applications, Engineering & Development. Issue 1, Volume 3.
- Handayani, H. H. (2011). Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Kandungan TSS di Wilayah Pantai Timur Surabaya Akibat Pembuangan Lumpur Sidoarjo. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah 2011. Surabaya: ISBN.
- Jaelani, L.M., Matsuhita, B., Yang W., dan Fukushima T. 2013. — *Evaluation of four MERIS Atmospheric Correction Algorithm in Lake Kasumigaura, Japan.*|| *International Journal of Remote Sensing*. Taylor & Francis: 8967 – 85. doi:10.1080/01431161.2013.860660.
- Jaelani L.M., Setiawan. F., and Matsushita, B., 2015. — *Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data In situ di Danau Kasumigaura, Jepang,*|| *Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia*, 2015, no. XX, pp. 464–470.
- Jaelani, L. M., Limehuwey, R., Kurniadin, N. & Pamungkas, A. 2016. Estimation of TSS and Chl - a Concentration from Landsat 8 - OLI : The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm. 27, 16–23.
- Lestari, I. B. 2009. 'Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan



- Citra Satelit Landsat'. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W., 1997, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* ( Terjemahan ), Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Lillesand, T., Kiefer, R.W., Chipman, J. 2007. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, Inc, U.S.A.
- Megah, Rashita. Dkk. 2014. Analisa Sedimen Tersuspensi (Total Suspended Matter) di Perairan Timur Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit Landsat Dan SPOT. Malang.
- Meurah, Cut., 2010, *Penginderaan Jauh Dasar*. Elcom.umy.ac.id/elschool//file/PENGINDERAAN%20JAUH.pdf. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2017.
- Nurahida Laili, L. J. (2015). Development Of Water Quality Parameter Retrieval Algorithms For Estimating Total Suspended Solids And Chlorophyll-a Concentration Using Landsat-8 Imagery at Poteran Island Water. 55-62.
- Pahlevi, A. M. (2010). Analisa Sedimentasi di Muara Kali Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Data Citra Aster. Jakarta: Bakosurtanal.
- Parwati, Ety. 2014. Analisis Dinamika Fluktuasi TSS (Total Suspended Solid) Sepanjang Das-Muara-Laut Di Perairan Berau Kalimantan Timur.
- Prahasta, Eddy. 2009. *Tutorial ArcView*. Bandung: Informatika.
- Prasetyo, Dita. Dkk. 2012. Pemetaan Terumbu Karang. Bogor.
- Republik Indonesia. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air. Jakarta
- Richards, J.A. 1986. Remote Sensing digital image analysis. Spring-Verlags, Berlin: 281 pp.

- Ritchie, J.C. & C.M. Cooper. 1987. Comparison of Landsat MSS Array Size For Estimating Water Quality. *Photogrammetrics Engineering and Remote Sensing* 53(11): 1549-1553.
- Rozali, et al. 2016. Pola Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Muara Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan. Universitas Riau : Riau.
- Saeni, M.S. 2003. Biologi Air Limbah. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Sari, A.E.M, et al. 2013. Kualitas Perairan Estuari Porong Sidoarjo Jawa Timur Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos.
- Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung Alfabeta.
- Susiati, Heni, dkk. 2010. Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Melalui Pendekatan Penginderaan Jauh Di Perairan Pesisir Semenanjung Muria-Jepara. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*. Nomor 1, Volume 13.
- USGS. 2001. Landsat 7 Science Data Users Handbook. US
- USGS. 2013. <<https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>> Dikunjungi pada 20 Agustus 2017, Pukul 21:34.
- Wirasatya, Anindya. 2011. Pola Distribusi Klorofil-a dan Total Suspended Solid (TSS) di Teluk Toli Toli, Sulawesi. Semarang.

## LAMPIRAN

### 1. Form Pengambilan Sampel Air TSS

#### Pengambilan Sampel Air TSS

Lokasi : Perairan Pong

Tanggal : 24 Agustus 2017

No.	Nama Titik	Waktu			Kedalaman
		Jam	Menit	Detik	
1.	20	9	35	03	110 (cm)
2.	21	10	13	4	121
3.	22	10	53	38	115
4.	23	11	51	03	103
5.	24	12	00	59	112
6.	25	12	13	13	107
7.	26	12	25	42	85
8.	27	12	37	01	104
9.	28	12	45	44	117
10	29	12	53	00	111
11	30	13	05	31	102
12	31	13	14	03	117
13	32	13	21	01	114
14	33	13	32	06	108
15	34	13	41	24	118
16	35	13	51	41	113
17	36	13	59	19	120
18	37	13 14	09	19	116
19	38	13 14	15	48	107
20	39	13 14	23	58	117
		14			

## 2. Hasil Uji Laboratorium Sampel Air Total Suspended Solid



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

### DATA ANALISA TOTAL SUSPENDED SOLID

Pengirim : Sdri. Luki  
Dikirim Tanggal : 28 Agustus 2017  
Lokasi : Air Laut di Porong

No	Kode Lokasi	TSS (mg/L)	Metoda Analisa
1	1	20,00	Gravimetri
2	2	22,00	
3	3	18,00	
4	4	32,00	
5	5	20,00	
6	6	18,00	
7	7	16,00	
8	8	16,00	
9	9	16,00	
10	10	16,00	
11	11	14,00	
12	12	14,00	
13	13	18,00	
14	14	20,00	
15	15	72,00	
16	16	26,00	
17	17	22,00	
18	18	24,00	
19	19	36,00	
20	20	34,00	

Surabaya, 12 September 2017  
Kepala Laboratorium Teknologi Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. Ir. Nikke Karnaningroem, MSc  
NIP. 195501281985032001

Catatan :  
Laporan ini dibuat untuk contoh air yang  
diterima laboratorium kami.

### 3. Metadata Citra Landsat-7 L1T dan Landsat-8 L1T

#### Landsat-7 tanggal akuisisi 17 Agustus 2000

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
  ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
  REQUEST_ID = "0101410152161_00001"
  LANDSAT_SCENE_ID = "LE71180652000230EDC00"
  FILE_DATE = 2014-10-15T06:42:34Z
  STATION_ID = "EDC"
  PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_12.5.0"
  DATA_CATEGORY = "NOMINAL"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1T"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  EPHEMERIS_TYPE = "DEFINITIVE"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_7"
  SENSOR_ID = "ETM"
  SENSOR_MODE = "SAM"
  WRS_PATH = 118
  WRS_ROW = 065
  DATE_ACQUIRED = 2000-08-17
  SCENE_CENTER_TIME = 02:26:50.1383375Z
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.28213
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 112.01250
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.27372
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.13462
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.18146
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.01674
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.17048
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.14773
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 612000.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -694500.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 846900.000
  CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -694500.000
  CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 612000.000
  CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -904500.000
  CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 846900.000
  CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -904500.000
  PANCHROMATIC_LINES = 14001
  PANCHROMATIC_SAMPLES = 15661
  REFLECTIVE_LINES = 7001
  REFLECTIVE_SAMPLES = 7831
  THERMAL_LINES = 7001
  THERMAL_SAMPLES = 7831
  FILE_NAME_BAND_1 = "LE71180652000230EDC00_B1.TIF"
  FILE_NAME_BAND_2 = "LE71180652000230EDC00_B2.TIF"
  FILE_NAME_BAND_3 = "LE71180652000230EDC00_B3.TIF"
  FILE_NAME_BAND_4 = "LE71180652000230EDC00_B4.TIF"
  FILE_NAME_BAND_5 = "LE71180652000230EDC00_B5.TIF"
  FILE_NAME_BAND_6_VCID_1 = "LE71180652000230EDC00_B6_VCID_1.TIF"
```

FILE\_NAME\_BAND\_6\_VCID\_2 = "LE71180652000230EDC00\_B6\_VCID\_2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LE71180652000230EDC00\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LE71180652000230EDC00\_B8.TIF"  
GROUND\_CONTROL\_POINT\_FILE\_NAME = "LE71180652000230EDC00\_GCP.txt"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LE71180652000230EDC00\_MTL.txt"  
CPF\_NAME = "L7CPF20000719\_20000930.16"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 5.00  
IMAGE\_QUALITY = 9  
SUN\_AZIMUTH = 56.50355310  
SUN\_ELEVATION = 52.77226608  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION = 1  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 175  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 3.336  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 2.697  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 1.964  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 191.600  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -6.200  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 196.500  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -6.400  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 152.900  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -5.000  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 241.100  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -5.100  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 31.060  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -1.000  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6\_VCID\_1 = 17.040  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6\_VCID\_1 = 0.000  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6\_VCID\_2 = 12.650  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6\_VCID\_2 = 3.200  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 10.800  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.350  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 243.100  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -4.700  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6\_VCID\_1 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6\_VCID\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6\_VCID\_2 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6\_VCID\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 255  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 255

```

QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
CORRECTION_GAIN_BAND_1 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_2 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_3 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_4 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_5 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_1 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_2 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_7 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_8 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_1 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_2 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_3 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_4 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_5 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_1 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_2 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_7 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_8 = "INTERNAL_CALIBRATION"
GAIN_BAND_1 = "H"
GAIN_BAND_2 = "H"
GAIN_BAND_3 = "H"
GAIN_BAND_4 = "L"
GAIN_BAND_5 = "H"
GAIN_BAND_6_VCID_1 = "L"
GAIN_BAND_6_VCID_2 = "H"
GAIN_BAND_7 = "H"
GAIN_BAND_8 = "L"
GAIN_CHANGE_BAND_1 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_2 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_3 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_4 = "LL"
GAIN_CHANGE_BAND_5 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_1 = "LL"
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_2 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_7 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_8 = "LL"
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_3 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_4 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_5 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_7 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_8 = 0
END_GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 0.779
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 0.799
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 0.622
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 0.969
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 0.126
RADIANCE_MULT_BAND_6_VCID_1 = 0.067

```

RADIANCE\_MULT\_BAND\_6\_VCID\_2 = 0.037  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 0.044  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 0.976  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -6.97874  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -7.19882  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -5.62165  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -6.06929  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -1.12622  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_6\_VCID\_1 = -0.06709  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_6\_VCID\_2 = 3.16280  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -0.39390  
 RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -5.67559  
 END\_GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
 GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
 MAP\_PROJECTION = "UTM"  
 DATUM = "WGS84"  
 ELLIPSOID = "WGS84"  
 UTM\_ZONE = 49  
 GRID\_CELL\_SIZE\_PANCHROMATIC = 15.00  
 GRID\_CELL\_SIZE\_REFLECTIVE = 30.00  
 GRID\_CELL\_SIZE\_THERMAL = 30.00  
 ORIENTATION = "NORTH\_UP"  
 RESAMPLING\_OPTION = "CUBIC\_CONVOLUTION"  
 END\_GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
 END\_GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
 END

## Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 28 Juli 2013

GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
 GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
 ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"  
 REQUEST\_ID = "0501705025372\_00001"  
 LANDSAT\_SCENE\_ID = "LC81180652013225LGN01"  
 LANDSAT\_PRODUCT\_ID = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1"  
 COLLECTION\_NUMBER = 01  
 FILE\_DATE = 2017-05-03T01:38:12Z  
 STATION\_ID = "LGN"  
 PROCESSING\_SOFTWARE\_VERSION = "LPGS\_2.7.0"  
 END\_GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
 GROUP = PRODUCT\_METADATA  
 DATA\_TYPE = "L1TP"  
 COLLECTION\_CATEGORY = "T1"  
 ELEVATION\_SOURCE = "GLS2000"  
 OUTPUT\_FORMAT = "GEOTIFF"  
 SPACECRAFT\_ID = "LANDSAT\_8"  
 SENSOR\_ID = "OLI\_TIRS"  
 WRS\_PATH = 118  
 WRS\_ROW = 65  
 NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
 TARGET\_WRS\_PATH = 118  
 TARGET\_WRS\_ROW = 65  
 DATE\_ACQUIRED = 2013-08-13  
 SCENE\_CENTER\_TIME = "02:37:46.2946880Z"  
 CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -6.18433  
 CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 112.07196



CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -6.17613  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 114.13946  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -8.29254  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 112.07695  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -8.28153  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 114.15405  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618600.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683700.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847500.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683700.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618600.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916800.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847500.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916800.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15541  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7771  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7771  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY =  
"LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_BQA.TIF"  
ANGLE\_COEFFICIENT\_FILE\_NAME =  
"LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_ANG.txt"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC08\_L1TP\_118065\_20130813\_20170503\_01\_T1\_MTL.txt"  
CPF\_NAME = "LC08CPF\_20130701\_20130919\_01.01"  
BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20130813021429\_20130813023906.01"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20130813021035\_20130813023959.01"  
RLUT\_FILE\_NAME = "LC08RLUT\_20130211\_20150302\_01\_11.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 6.85  
CLOUD\_COVER\_LAND = 7.88  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9  
TIRS\_SSM\_MODEL = "ACTUAL"  
TIRS\_SSM\_POSITION\_STATUS = "NOMINAL"  
TIRS\_STRAY\_LIGHT\_CORRECTION\_SOURCE = "TIRS"  
ROLL\_ANGLE = -0.000  
SUN\_AZIMUTH = 52.38323547  
SUN\_ELEVATION = 54.12562015  
EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0131579  
SATURATION\_BAND\_1 = "N"  
SATURATION\_BAND\_2 = "N"  
SATURATION\_BAND\_3 = "Y"

SATURATION\_BAND\_4 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_5 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_6 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_7 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_8 = "N"  
SATURATION\_BAND\_9 = "N"  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION = 4  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 271  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 8.297  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 5.904  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 5.830  
TRUNCATION\_OLI = "UPPER"  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 740.44904  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -61.14652  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 758.22882  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -62.61478  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 698.70135  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -57.69899  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 589.18433  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -48.65504  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 360.55145  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -29.77446  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 89.66586  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.40464  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.22220  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.49576  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 666.79456  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -55.06411  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 140.91168  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.63653  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980

```

END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2232E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2525E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1542E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.7330E-03
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 5.9561E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.4812E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.9925E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1015E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3278E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -61.15875
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -62.62731
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -57.71053
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -48.66477
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -29.78041
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.40612
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.49626
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -55.07513
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.63886
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05

```

```

REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

## Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 17 September 2014

```

GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
REQUEST_ID = "0501704202215_00017"
LANDSAT_SCENE_ID = "LC81180652014212LGN01"
LANDSAT_PRODUCT_ID = "LC08_L1TP_118065_20140731_20170420_01_T1"
COLLECTION_NUMBER = 01
FILE_DATE = 2017-04-20T20:54:30Z
STATION_ID = "LGN"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.7.0"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
DATA_TYPE = "L1TP"
COLLECTION_CATEGORY = "T1"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 118

```

TARGET\_WRS\_ROW = 65  
DATE\_ACQUIRED = 2014-07-31  
SCENE\_CENTER\_TIME = "02:35:43.3846740Z"  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -6.18432  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 112.07468  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -6.17612  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 114.14217  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -8.29254  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 112.07968  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -8.28151  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 114.15677  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618900.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683700.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847800.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683700.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618900.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916800.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847800.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916800.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15541  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7771  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7771  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY =  
"LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_BQA.TIF"  
ANGLE\_COEFFICIENT\_FILE\_NAME =  
"LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_ANG.txt"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC08\_L1TP\_118065\_20140731\_20170420\_01\_T1\_MTL.txt"  
CPF\_NAME = "LC08CPF\_20140701\_20140930\_01.01"  
BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20140731020317\_20140731023639.02"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20140731015923\_20140731023732.02"  
RLUT\_FILE\_NAME = "LC08RLUT\_20130211\_20150302\_01\_11.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 11.81  
CLOUD\_COVER\_LAND = 18.53  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9  
TIRS\_SSM\_MODEL = "ACTUAL"  
TIRS\_SSM\_POSITION\_STATUS = "NOMINAL"  
TIRS\_STRAY\_LIGHT\_CORRECTION\_SOURCE = "TIRS"  
ROLL\_ANGLE = -0.001  
SUN\_AZIMUTH = 48.42369780

SUN\_ELEVATION = 51.23165119  
EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0151328  
SATURATION\_BAND\_1 = "N"  
SATURATION\_BAND\_2 = "N"  
SATURATION\_BAND\_3 = "N"  
SATURATION\_BAND\_4 = "N"  
SATURATION\_BAND\_5 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_6 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_7 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_8 = "N"  
SATURATION\_BAND\_9 = "N"  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION = 4  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 187  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 8.816  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 6.023  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 6.438  
TRUNCATION\_OLI = "UPPER"  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 737.57074  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -60.90883  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 755.28143  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -62.37139  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 695.98541  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -57.47470  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 586.89410  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -48.46590  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 359.14993  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -29.65872  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 89.31732  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.37585  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.10472  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.48606  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 664.20258  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -54.85007  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 140.36394  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.59130  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2184E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2477E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1497E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.6951E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 5.9329E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.4755E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 4.9731E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.0972E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3187E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -60.92102  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -62.38386  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -57.48620  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -48.47560  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -29.66465  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.37733  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.48655  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -54.86104  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.59362  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_3 = 2.0000E-05

```

REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

## Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 23 November 2015

```

GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
REQUEST_ID = "0501506160905_00017"
LANDSAT_SCENE_ID = "LC81180652015167LGN00"
FILE_DATE = 2015-06-16T06:35:57Z
STATION_ID = "LGN"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.5.1"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65

```



NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH = 118  
TARGET\_WRS\_ROW = 65  
DATE\_ACQUIRED = 2015-06-16  
SCENE\_CENTER\_TIME = "02:35:03.4689138Z"  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -6.18163  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 112.06111  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -6.17349  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 114.12861  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -8.29529  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 112.06607  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -8.28432  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 114.14319  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 617400.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 846300.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 617400.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 846300.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15581  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7791  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7791  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC81180652015167LGN00\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC81180652015167LGN00\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC81180652015167LGN00\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC81180652015167LGN00\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC81180652015167LGN00\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC81180652015167LGN00\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC81180652015167LGN00\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC81180652015167LGN00\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC81180652015167LGN00\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC81180652015167LGN00\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC81180652015167LGN00\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY = "LC81180652015167LGN00\_BQA.TIF"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC81180652015167LGN00\_MTL.txt"  
BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20150616021146\_20150616035015.01"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20150616020749\_20150616034618.01"  
CPF\_NAME = "L8CPF20150401\_20150630.03"  
RLUT\_FILE\_NAME = "L8RLUT20150303\_20431231v11.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 0.28  
CLOUD\_COVER\_LAND = 0.20  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9  
TIRS\_SSM\_POSITION\_STATUS = "NOMINAL"  
ROLL\_ANGLE = -0.001  
SUN\_AZIMUTH = 41.32666597  
SUN\_ELEVATION = 48.80041076  
EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0158360  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION = 2

GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 327  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 7.693  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 5.474  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 5.406  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 736.54993  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -60.82453  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 754.23608  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -62.28506  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 695.02216  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -57.39515  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 586.08179  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -48.39883  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 358.65283  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -29.61767  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 89.19370  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.36564  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.06305  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.48262  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 663.28333  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -54.77415  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 140.16966  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.57526  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2167E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2460E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1481E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.6817E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 5.9247E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.4734E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 4.9662E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.0957E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3155E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -60.83670  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -62.29752  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -57.40663  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -48.40851  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -29.62359  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.36712  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.48311  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -54.78511  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.57757  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_3 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_4 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_5 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_6 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_7 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_8 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_1 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_2 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_3 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_4 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_5 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_6 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_7 = -0.100000

```

REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

## Landsat-8 L1T tanggal akuisisi 21 Agustus 2016

```

GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
REQUEST_ID = "0701609061481_00002"
LANDSAT_SCENE_ID = "LC81180652016234LGN00"
FILE_DATE = 2016-09-09T07:51:51Z
STATION_ID = "LGN"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.6.2"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 118
TARGET_WRS_ROW = 65
DATE_ACQUIRED = 2016-08-21
SCENE_CENTER_TIME = "02:35:52.7282720Z"
CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18160
CORNER_UL_LON_PRODUCT = 112.08009
CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.17338
CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.14757
CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.29523
CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.08513
CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28417
CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.16223

```

CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 619500.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 848400.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 619500.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 848400.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15581  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7791  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7791  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC81180652016234LGN00\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC81180652016234LGN00\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC81180652016234LGN00\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC81180652016234LGN00\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC81180652016234LGN00\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC81180652016234LGN00\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC81180652016234LGN00\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC81180652016234LGN00\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC81180652016234LGN00\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC81180652016234LGN00\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC81180652016234LGN00\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY = "LC81180652016234LGN00\_BQA.TIF"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC81180652016234LGN00\_MTL.txt"  
BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20160821021232\_20160821035101.01"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20160818225656\_20160902083306.01"  
CPF\_NAME = "L8CPF20160701\_20160930.02"  
RLUT\_FILE\_NAME = "L8RLUT20150303\_20431231v11.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 8.27  
CLOUD\_COVER\_LAND = 14.13  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9  
TIRS\_SSM\_MODEL = "FINAL"  
TIRS\_SSM\_POSITION\_STATUS = "ESTIMATED"  
ROLL\_ANGLE = -0.001  
SUN\_AZIMUTH = 56.19907419  
SUN\_ELEVATION = 55.59555426  
EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0115788  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION = 4  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 181  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 9.246  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 7.142  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 5.872  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 742.76245  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -61.33757  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 760.59784  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -62.81041  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 700.88440  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -57.87926

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 591.02521  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -48.80705  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 361.67795  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -29.86748  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 89.94601  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.42777  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.31662  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.50356  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 668.87787  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -55.23615  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 141.35194  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.67289  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2270E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2565E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1578E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.7634E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 5.9747E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.4859E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 5.0081E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.1049E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3350E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -61.34984  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -62.82298  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -57.89084  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -48.81682  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -29.87346  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.42926  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.50406  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -55.24720  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.67522  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_3 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_4 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_5 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_6 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_7 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_8 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_1 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_2 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_3 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_4 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_5 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_6 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_7 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_8 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_9 = -0.100000  
END\_GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
K1\_CONSTANT\_BAND\_10 = 774.8853  
K1\_CONSTANT\_BAND\_11 = 480.8883  
K2\_CONSTANT\_BAND\_10 = 1321.0789  
K2\_CONSTANT\_BAND\_11 = 1201.1442  
END\_GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
MAP\_PROJECTION = "UTM"  
DATUM = "WGS84"

ELLIPSOID = "WGS84"  
UTM\_ZONE = 49  
GRID\_CELL\_SIZE\_PANCHROMATIC = 15.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_REFLECTIVE = 30.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_THERMAL = 30.00  
ORIENTATION = "NORTH\_UP"  
RESAMPLING\_OPTION = "CUBIC\_CONVOLUTION"  
END\_GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
END\_GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
END

## Landsat-8 L1T Tanggal Akuisisi 24 Agustus 2017

GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"  
REQUEST\_ID = "0501708242183\_00017"  
LANDSAT\_SCENE\_ID = "LC81180652017236LGN00"  
LANDSAT\_PRODUCT\_ID = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT"  
COLLECTION\_NUMBER = 01  
FILE\_DATE = 2017-08-24T06:24:57Z  
STATION\_ID = "LGN"  
PROCESSING\_SOFTWARE\_VERSION = "LPGS\_2.7.0"  
END\_GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
GROUP = PRODUCT\_METADATA  
DATA\_TYPE = "L1TP"  
COLLECTION\_CATEGORY = "RT"  
ELEVATION\_SOURCE = "GLS2000"  
OUTPUT\_FORMAT = "GEOTIFF"  
SPACECRAFT\_ID = "LANDSAT\_8"  
SENSOR\_ID = "OLI\_TIRS"  
WRS\_PATH = 118  
WRS\_ROW = 65  
NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH = 118  
TARGET\_WRS\_ROW = 65  
DATE\_ACQUIRED = 2017-08-24  
SCENE\_CENTER\_TIME = "02:35:51.0385840Z"  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -6.18433  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 112.07196  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -6.17613  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 114.13946  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -8.29254  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 112.07695  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -8.28153  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 114.15405  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618600.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683700.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847500.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683700.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618600.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916800.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847500.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916800.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15541



PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7771  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7771  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY =  
"LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_BQA.TIF"  
ANGLE\_COEFFICIENT\_FILE\_NAME =  
"LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_ANG.txt"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC08\_L1TP\_118065\_20170824\_20170824\_01\_RT\_MTL.txt"  
CPF\_NAME = "LC08CPF\_20170701\_20170930\_01.02"  
BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20170824021230\_20170824035100.01"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20170821090344\_20170821094620.01"  
RLUT\_FILE\_NAME = "LC08RLUT\_20150303\_20431231\_01\_12.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 7.50  
CLOUD\_COVER\_LAND = 11.23  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 7  
TIRS\_SSM\_MODEL = "PRELIMINARY"  
TIRS\_SSM\_POSITION\_STATUS = "ESTIMATED"  
TIRS\_STRAY\_LIGHT\_CORRECTION\_SOURCE = "TIRS"  
ROLL\_ANGLE = -0.001  
SUN\_AZIMUTH = 57.46427198  
SUN\_ELEVATION = 56.22248580  
EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0110445  
SATURATION\_BAND\_1 = "N"  
SATURATION\_BAND\_2 = "N"  
SATURATION\_BAND\_3 = "N"  
SATURATION\_BAND\_4 = "N"  
SATURATION\_BAND\_5 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_6 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_7 = "Y"  
SATURATION\_BAND\_8 = "N"  
SATURATION\_BAND\_9 = "N"  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION = 4  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 187  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 9.228  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 6.710  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 6.335  
TRUNCATION\_OLI = "UPPER"  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 743.54779

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -61.40242  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 761.40204  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -62.87683  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 701.62543  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -57.94046  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 591.65009  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -48.85866  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 362.06036  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -29.89906  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 90.04111  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.43563  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.34868  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.50620  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 669.58508  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -55.29456  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 141.50140  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.68523  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2283E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2578E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1590E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.7737E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 5.9810E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.4874E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 5.0134E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.1061E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3375E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -61.41470  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -62.88940  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -57.95205  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -48.86843  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -29.90504  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.43711  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.50670  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -55.30562  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.68757  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_3 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_4 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_5 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_6 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_7 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_8 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_1 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_2 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_3 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_4 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_5 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_6 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_7 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_8 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_9 = -0.100000  
END\_GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
K1\_CONSTANT\_BAND\_10 = 774.8853  
K2\_CONSTANT\_BAND\_10 = 1321.0789  
K1\_CONSTANT\_BAND\_11 = 480.8883

```

K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = LI_METADATA_FILE
END

```

#### 4. Dokumentasi Penelitian

	<p>Proses Pengambilan Data In Situ di Perairan Muara Sungai Porong</p>
	<p>Proses Pengambilan Data In Situ di Perairan Muara Sungai Porong</p>

	<p>Proses Pengambilan Data In Situ di Perairan Muara Sungai Porong</p>
	<p>Proses Pengambilan Data In Situ di Perairan Muara Sungai Porong</p>
	<p>Proses Pengambilan Data In Situ di Perairan Muara Sungai Porong</p>

	<p>Botol Sampel Air Data In Situ</p>
---	--

## BIODATA PENULIS



Penulis, Luki Indeswari, dilahirkan di Surabaya, 12 Mei 1995, merupakan anak terakhir dari dua bersaudara dari Bapak Hendro Juwono, dan Ibu Kartini. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Iman, SD Muhammadiyah 4 Surabaya, SMPN 19 Surabaya, dan SMAN 16 Surabaya dan lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri di Institut

Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan Teknik Geomatika lewat jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis cukup aktif di organisasi intra kampus yaitu sebagai staff Departemen Daya Cipta Karya Mahasiswa periode 2015-2016. Selain itu penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD. Penulis pernah mengikuti kegiatan Kerja Praktek/ Magang di PT PJB UP Paiton selama satu bulan. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Penginderaan Jauh, dengan Judul Tugas Akhir “Pemetaan Persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) dengan Memanfaatkan Citra Satelit Landsat Multitemporal dan Data In Situ (Studi Kasus: Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo)”. Kontak penulis adalah [lukiindeswari@gmail.com](mailto:lukiindeswari@gmail.com).